



jotaf

**Journal of Tekirdag
Agricultural Faculty**

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi

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

**Issue: 1
Volume: 19
2022**



jotaf

Journal of Tekirdag
Agricultural Faculty

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi



ISSN:1302-7050

e-ISSN:2146-5894

Cilt / Volume 19

Sayı / Issue 1

Ocak / January 2022

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

jotaf



jotaf

Journal of Tekirdag
Agricultural Faculty

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi



ISSN:1302-7050

e-ISSN:2146-5894

Yayın Tarihi / Publication Date

Ocak / January 2022

Yayıncı/Publisher

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

Yayın Türü/Type of Publication

Uluslararası Süreli Yayın/International Periodical

Yayın Dili/Type of Language

Türkçe ve İngilizce /Turkish and English

Yayın Periyodu/Publishing Period

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

Tarandığı İndeksler/Indexed by

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

İletişim/Correspondence

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Telefon

+90 282 250 20 00/22 70

Web

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

Elektronik posta/E-mail

ziraatdergi@nku.edu.tr

ftan@nku.edu.tr

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

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

jotaf

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



İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

- Changes of Vine Water Status and Growth Parameters Under Different Canopy Management on cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.)..... 1-15
Serkan CANDAR, Ilknur KORKUTAL, Elman BAHAR
- Bireylerin Bal Tüketimi ve Yöresel Ürün Olan Ziraat Balı Tercih Nedenleri (Sivas İli Merkez İlçe Örneği)..... 16-27
Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU
- Kooperatiflerde Çok Yönlü Politikaların, Ortak Memnuniyetleri ve Kooperatifçilik Bilinci Üzerindeki Etkisi: Tarım Kredi Kooperatifleri 28-38
Mehmet ENGİN, Gülen ÖZDEMİR
- Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinde Tuz (NaCl) Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi..... 39-50
Fevzi ALTUNER, Erol ORAL, İshak BARAN
- Yerel Yönetimlerde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Su Yönetim Bilgi Sisteminin Oluşturulması: Tekirdağ İli Örneği..... 51-60
Cenan ÇİNER, Mehmet ŞENER
- Determination of Nutritional Quality and Aerobic Stability of Sorghum, Maize, and Sorghum-Maize Mixture Silages ... 61-69
Selim ESEN, Berrin OKUYUCU, Fisun KOÇ, Mehmet Levent ÖZDÜVEN
- İnsansız Hava Aracı (Drone) ile Erozyon Alanlarının Tespiti: Trakya Yarımadası Örneği 70-79
Hüseyin SARI
- Kesikli Verilerde Meta Analizi Uygulaması: Laktasyon Sırasının Topallık Üzerine Etkisi 80-88
Ahmet Erhan KARAHAN, Yavuz AKBAŞ
- Serbest Gezen Tavuklardan Elde Edilen Yumurtaların Propolis Ekstraktı ile Kaplanması Raf Ömrü ve Kalite Parametrelerine Etkileri 89-100
Gökmen GÜLER, Ayşe ŞEN, Firdevs KORKMAZ TURGUD, Emre TAHTABIÇEN, Aysin AĞMA OKUR, Hasan Ersin ŞAMLI
- Bazı Uçucu Yağların *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemiptera: Aphididae)'ya İnsektisidal Etkilerinin Belirlenmesi 101-107
Eda BUDAK, Şeyma YİĞİT, Ali Kaan AŞKIN, İzzet AKÇA, İslam SARUHAN
- Maş Fasulyesi Tohum Hasadı Artıklarının Hayvan Beslemede Kullanılabilir Potansiyeli 108-119
Ruziye KARAMAN, Cengiz TÜRKAY, Muharrem KAYA
- Bakteriyel Kanser Ve Solgunluk Hastalığına Dayanıklı Ümitvar Domates Mutantlarında PR1 Geninin Dayanıklılık Mekanizmasındaki Rolü..... 120-131
Deniz KARABULUT, Özer ÇALIŞ
- Beyşehir Gölü Milli Parkında Seyahat Maliyetini Etkileyen Faktörlerin Analizi 132-144
Zuhal KARAKAYACI, Özer KARAKAYACI, Ahmet Tuğrul POLAT
- Çukurova Yöresi Koşullarında Bazı Buharlaştırma Modellerinin Performanslarının Değerlendirilmesi..... 145-155
Deniz Levent KOÇ
- F2 Kademesindeki Oleik ve Yarı Oleik Aspir Genotiplerinin (*Carthamus tinctorius* L.) Bazı Morfolojik ve Teknolojik Karakterlerinin Belirlenmesi..... 156-165
Emrullah CULPAN, Burhan ARSLAN
- Tekirdağ Koşullarında Sorgum-Sudan Otu Melezi (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*) Su-Verim İlişkileri 166-176
Samet MORAY, Ahmet İSTANBULLUOĞLU



jotaf

Journal of Tekirdag
Agricultural Faculty

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi

ISSN:1302-7050

e-ISSN:2146-5894



İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

- Geotrichum citri-aurantii'nin Sebep Olduğu Turunçgil Ekşi Çürüklük Hastalığının Biyolojik Mücadelesinde Endofit Bakterilerin Biyokontrol Potansiyellerinin Belirlenmesi 177-191
Soner SOYLU, Merve KARA, Emine Mine SOYLU, Aysun UYSAL, Şener KURT
- Determination of Nitrogen Leaching Under Precipitation Conditions from Weighted Lysimeter Planted Walnut (Juglans regia L.) 192-203
Özgür KARAKUŞ, Cafer GENÇOĞLAN, Serpil GENÇOĞLAN
- Effect of Die Geometry and Moisture Content on Pelletizing of Palm Pruning Residues 204-214
Hasan YILMAZ, Mehmet TOPAKCI, Murad ÇANAKCI, Davut KARAYEL
- Farklı Yöntemlerle Anadolu Manda Tereyağı Üretimi 215-226
İbrahim Halil ESER, Ahmet Levent İNANÇ

jotaf

Changes of Vine Water Status and Growth Parameters Under Different Canopy Management on cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.)

Farklı Taç Yönetimi Uygulamalarının Merlot Üzüm Çeşidinde (*Vitis vinifera* L.) Asma Su Durumu Değişimine Etkileri

Serkan CANDAR^{1*}, Ilknur KORKUTAL², Elman BAHAR³

Abstract

The climate is the dominant regulator that determines the cultivation in a viticulture region as it strongly controls vine physiology, vine growth, canopy microclimate, berry quality and finally wine components. However, the effects of climate change force vine producers to find solutions that will facilitate their adaptation processes. The importance of water management in vineyards is becoming more important every day for sustainable viticulture and winemaking. Efficient use of water in vineyards is an important issue to control the yield and to provide the targeted berry quality at the desired level. This experiment was carried out during the 2013-2014 and 2015 growing seasons to evaluate the effects of green pruning practices on water leaf potentials of 12-14 years old grapevines of cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.) grafted onto Kober 5BB in the experimental vineyard of Tekirdag Viticulture Research Institute in Turkey. A completely randomized block design was used: LRMS₁, LRMS₂, LRMS₃ represent three levels of leaf removal treatments on main shoots and LRLS₁, LRLS₂, LRLS₃ represent three levels of leaf removal treatments on lateral shoots. Due to the relatively high soil moisture in vineyard conditions, no extreme and high-water stress levels was observed in experiment years. The main factor controlling the water status in cv. Merlot vines was largely dependent on the meso-climatic conditions and soil water availability during the growing season. However it was observed that increasing of main shoot length give rise to tendency to water stress. It was determined that leaf removal treatments on lateral shoots caused changes in shoot weight, pruning weight and Ravaz index (RI), especially in 2014 whereas the leaf removal treatments on main shoots caused changes in mentioned parameters in 2015. In conclusion, the results show that plant water condition can be managed with summer pruning taking into account of different climatic conditions and different phenological stages. Planning of canopy management practices should be done by considering long- and medium-term meteorological evaluations while short-term planning within vegetation period should be done in relation to weekly and monthly meteorological data.


Keywords: Climate, Leaf removal, Leaf water potential (Ψ_{leaf}), Precipitation, Water stress

*¹Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Serkan CANDAR, Tekirdag Viticulture Research Institute, Tekirdag, Turkey.

E-mail: serkan.candar@tarimorman.gov.tr  ORCID: 0000-0002-2608-8691

²Ilknur KORKUTAL, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tekirdag Namik Kemal University, 59030 Tekirdag, Turkey.

E-mail: ikorkutal@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-8016-9804

³Elman BAHAR, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tekirdag Namik Kemal University, 59030 Tekirdag, Turkey. E-mail: ebahar@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-8842-7695

Atif/Citation: CANDAR S., KORKUTAL I., BAHAR E. Changes of Vine Water Status and Growth Parameters Under Different Canopy Managements on cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.). *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 1-15.

*Bu çalışma Doktora tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namik Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Öz

İklim, asma fizyolojisi, asma büyümesi, taç iklimi, meyve kalitesi ve son olarak şarap bileşenlerini güçlü bir şekilde kontrol ettiği için bir bağcılık bölgesindeki yetiştiricilik yöntemini belirleyen baskın düzenleyicidir. Diğer yandan iklim değişikliğinin etkileri, üreticileri bu değişikliklere uyum sağlamak konusunda yeni çözümler üretmeye zorlamaktadır. Bağlarda su yönetiminin önemi, sürdürülebilir bağcılık ve şarapçılık için her geçen gün daha da artmaktadır. Suyun verimli kullanılması, verimin kontrol altına alınması ve hedeflenen tane kalitesinin istenilen düzeyde sağlanması için önemli bir konudur. Bu deneme, yeşil budama uygulamalarının 12-14 yaşındaki, Kober 5BB anacı üzerine aşılanmış Merlot (*Vitis vinifera* L.) çeşidi asmalarda yaprak su potansiyellerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla 2013-2014 ve 2015 yıllarında Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü, Türkiye’de yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme deseninde yürütülen araştırmada LRMS₁, LRMS₂, LRMS₃ uygulamaları ana sürgünler üzerinde uygulanmış üç farklı yaprak alımı seviyesini, LRLS₁, LRLS₂, LRLS₃ uygulamaları koltuk sürgünleri üzerinde uygulanmış üç farklı yaprak alımı seviyesini ifade etmektedir. Bağ şartlarındaki nispeten yüksek toprak nemi nedeniyle deneme yıllarında aşırı ve yüksek su stresi seviyeleri gözlenmemiştir. Merlot asmalarında su durumu kontrolünün büyük ölçüde yetiştirme dönemindeki mezoklimatik koşullar ve toprak su potansiyeline bağlı olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte ana sürgün boyundaki artışın su stresini artırdığı gözlenmiştir. Koltuk sürgünlerinde yapılan yaprak alma uygulamalarının özellikle 2014 yılında sürgün ağırlığı, budama ağırlığı ve Ravaz indeksinde (RI) değişikliklere neden olduğu, 2015 yılında ise ana sürgünlerde yapılan yaprak alma uygulamalarının aynı parametrelerdeki değişikliklerde etkili olduğu belirlenmiştir. Taç yönetimi uygulamaları planlamasının yıllar ölçeğinde uzun ve orta vadeli meteorolojik değerlendirmeler dikkate alınarak, kısa vadeli planlamanın ise vejetasyon dönemi içinde haftalık ve aylık meteorolojik veriler dikkate alınarak yapılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim, Yaprak alma, Yaprak su potansiyeli (Ψ_{yaprak}), Yağış, Su stresi

1. Introduction

Climate change persists as one of the most complex and major problems facing humanity. In addition to being an environmental threat, it also poses great challenges for sustainable development (Kadioğlu, 2012). Estimates indicate that if the increase in the atmospheric CO₂ continues at current rates, temperatures will increase by 1.5°C between 2030 and 2052 years (IPCC, 2018). The calculated viticulture climate indicators reveal the rise of temperatures in Thrace Region of Turkey as in most Mediterranean climate regions. Although the total amount of precipitation has not changed significantly, the rainfall in the vegetation period deviates undecidedly from the long-term averages (Candar et al., 2019).

The relationship between climate and grapevine cultivation make viticulture vulnerable to the detrimental effects of the climate change. Numerous studies about the effects of global warming on grapevine cultivation, phenology, berry and wine quality have been published in the last decades (Webb et al., 2008; Fraga et al., 2012; Vrsic and Vodovnik, 2012; Donat et al., 2013; Rogiers et al., 2015; Kurtural et al., 2016; Bahar et al., 2017a; Korkutal et al., 2019). It is widely accepted that weather factors such as temperature, solar radiation and water availability affect grapevine growth and development, ultimately altering yield and wine quality (Jones, 2018).

Generally, higher temperatures during the vegetation period results in a decrease in the total acidity content (Schulz and Jones, 2010; Leolini et al., 2019) and an increase in the amount of sugar. It also increases the possible alcohol content (Jones and Davis, 2000), and destabilize the technological maturity, phenolic and aromatic compositions (Petrie and Sadras, 2008).

Soil is one of the component of wine production as it provides water and nutrients. It also determines the limits of the root system and root rhizosphere (Deloire et al., 2004). Soil variability and climate interactions are the most important identifiers of viticultural efficiency (Fraga et al., 2014; Priori et al., 2019).

Water availability can be considered the major source of climatic variation in vegetation period which shows itself in the intensity and timing of precipitation and also in soil physical properties (Santos et al., 2020). Severe water deficits during the vegetation period can restrict photosynthesis. Thus, shoot growth, yield and berry composition are negatively affected (Keller et al., 2016). Impacts of the climate change on the soil moisture hence on agricultural production should be well evaluated (Deveci et al., 2019). A more efficient use of water is necessary for sustainability in viticulture.

Vine water status causes a wide range of effects in grapevine, depending on the vine's phenological developmental status. During inflorescences and floral differentiation stages, enough water availability is vital to provide a favourable yield (Guilpart et al., 2014). Along with the developmental stage water-scarce may result a reduction in shoot growth and canopy development, poor flower development and low berry set (Ojeda et al., 2002; Roby et al., 2004; Junquera et al., 2012; Keller et al., 2016). On the contrary, excessive water availability encourages uncontrolled vegetative growth, resulting in undesirable dense canopies, increase the risk of fungal diseases, manipulate harvest time and complicate quality management (Cook et al., 2015; Molitor et al., 2016; Balint and Reynolds, 2017). The relative increase of water stress in the harvest period positively affects the production and distribution of carbohydrates, increases fruit quality and regulates unwanted vegetative development (van Leeuwen et al., 2009; Bahar et al., 2017b). Dry weather conditions towards the harvest are generally preferred to achieve the goal of high-quality wine (Ramos et al., 2008). Appropriate water deficit affects grape berry and wine composition positively by promoting higher water use efficiency with slower leaf growth (Savoi et al., 2016; Vilanova et al., 2019). These positive effects are usually explained by the smaller berries having a higher skin to pulp ratio. A relatively high skin ratio results in high tannins, anthocyanins, total phenolics and organoleptic properties. The effects of water stress on the physiological and metabolic pathways lead to the formation of secondary metabolites in the berries.

At the end of vegetation period, pruning weight is directly affected by water availability during the vegetation period (Intrigliolo and Castel, 2010; Uriarte et al., 2015). Long-term lack of water causes reductions in shoot weight (Junquera et al., 2012). Water deficit has a cumulative reducing effect on starch and sucrose accumulation in trunks and roots. (Rogiers et al., 2011; Rossouw et al., 2017). This may be important since the carbohydrate reserves in perennial vine organs are the primer sugars to be used during the following vegetation period (Baeza et al., 2019). Responses to vine water status can be modified synergistically or antagonistically with the effects of

other stresses under field conditions. These responses may be related to physiological and molecular variations such as stoma activity, genetic potential, hormonal regulation as well as human effects (Flexas et al., 2002; Chaves et al., 2010; Walker et al., 2014; Medrano et al., 2015; van Leeuwen et al., 2019; Mirás-Avalos and Araujo, 2021).

Many studies report that climate change will increase drought events and the need for irrigation will arise. But many others report that irrigation will not be a sustainable solution (Gambetta et al., 2020). The short term human agronomic practices, like canopy management, are as important as any others and can significantly modify vineyard performance (Olsen et al., 2011; Garcia et al., 2018; Fayolle et al., 2019; Mirás-Avalos et al., 2020) and provide sustainability. The purpose of green pruning, which is a part of canopy management, is to remove excess shoots to balance the vegetative growth and the yield in the grapevine. Timing and method of green pruning can be used to modulate water dynamics in an intermediate scale in the period from beginning of the bud burst to harvest.

Optimization of water use by means of green pruning rationalize the use of nutrients thus reduce the cultivation costs while avoiding environmental pollution and fertilizer losses (Martínez et al., 2016).

Since, monitoring and managing vine water potential are very important for achieving production targets, it is necessary to determine the grapevine water status by using an accurate estimation method and optimizing water management in vineyards. In this context, leaf water potential (Ψ_{leaf}) is a reliable indicator of the water stress experienced by grapevines (Scholander et al., 1965). Water potential (Ψ) is the suction pressure that a plant needs to extract water from the soil. When the amount of soil water available decreases, plant Ψ would also decrease.

In this research, the role of different canopy management practices, in terms of controlling water status of cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.) vines and their effects on berry, cluster and growth parameters were investigated.

2. Materials and Methods

2.1. Vineyard

The experiment was conducted during the 2013-2014-2015 vegetation periods on cv. Merlot grapevines (*Vitis vinifera* L.) grafted onto Kober 5BB, in the coordinates 40.969184 °N – 40.973562 °N latitudes and 27.461911 °E – 27.477504 °E longitudes and, 30-35 m altitude in Tekirdag, Turkey.

Three leaf removal treatments on the main shoots and three leaf removal treatments on the lateral shoots were applied to the plants of 12-14 years old grapevines in a N-S oriented vineyard located approximately 3 km away from the sea border. Vine spacing was 2.5 to 1.5 m and the vines were pruned as double Guyot. Shoot and cluster number were balanced to density of 13-14 and 24-26 in-pre bloom. The experimental design consisted of three replications in which plots for each leaf removal strategies contained four grapevines. Vines that disrupt uniformity were excluded from the trial.

Soil type was clay loam with high groundwater. The wilting point of 0 to 180 cm horizon was 12.40-16.44% moisture, and the field capacity was 24.90-29.77% moisture by volumetric analysis. Some other soil properties of the vineyard are given in *Table 1*. Standard pest control and cultural practices were applied to all treatments during three trial years.

Table 1. Soil properties of vineyard in the year 2013

Soil depth (cm)	Water holding capacity (%)	pH	Salt (%)	Lime (CaCO ₃ , %)	Organic matter (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
0-30	58.00	7.88	0.06	1.70	1.01	0.05	5.49	301.57
30-60	51.00	7.80	0.06	1.62	1.07	0.05	6.95	287.99
60-90	51.00	7.84	0.06	3.24	0.79	0.04	3.81	211.54

Descriptive meso-climatic weather data such as temperature, light intensity and total precipitation at two meters high from ground were monitored during for three consecutive years with a weather station installed within the experimental area.

2.2. Leaf removal treatments

Leaf removal treatments on main shoots (LRMS) were performed at preverasion when main shoots reached approximately 175 cm in height (EL 31-33), by cutting back the shoots from shoots to three different heights, leaving behind about 100, 125 and 150 cm of the shoots. Leaf removal treatments on lateral shoots (LRLS) were performed at veraison (EL 33-35) either by removing the entire shoots or leaving 3-4 and 6-7 leaves on basal end of the shoots, counting from the basal end of the lateral shoots. All leaf removals were applied in the same phenological periods for three consecutive years according to Lorenz et al. (1995). All main and lateral shoot lengths kept at the applied levels until the harvest period with additional green prunings (Table 2).

Table 2. The description of LRMS and LRLS treatments

Treatment	Description	Treatment time
LRMS ₁	Cutting back the main shoots to maintain 100 cm shoot length	prior to veraison
LRMS ₂	Cutting back the main shoots to maintain 125 cm shoot length	prior to veraison
LRMS ₃	Cutting back the main shoots to maintain 150 cm shoot length	prior to veraison
LRLS ₁	Removing of lateral shoots	veraison
LRLS ₂	Removing leaves on the distal end of the lateral shoots, leaving 3-4 leaves on the basal end	veraison
LRLS ₃	Removing leaves on the distal end of the lateral shoots, leaving 6-7 leaves on the basal end	veraison

2.3. Soil moisture status (%)

Soil moisture measurements were carried out with gravimetric method according to Blake and Hartge (1986). Measurements were taken during the hours of 06:00 to 08:00 AM, in the days leaf water potential measurements were made in all experimental years. Data were collected in the rows at 25 cm from the base of each vine in each treatment from 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm soil depths and average values were calculated.

2.4. Vine water status (Ψ)

The plant water status, as an indicator of stress level, was determined by observing the predawn and midday leaf water potentials. Water stress [as Predawn Leaf Water Potential (Ψ_{pd}) and as Midday Leaf Water Potential (Ψ_{md})] measurements were held with console type pressure chamber (Scholander Pressure Chamber) before dawn and at noon. Predawn measurements (Ψ_{pd}) were started 2 hours before sunrise and continued until sunrise. Midday measurements (Ψ_{md}) were performed between 12:00 and 14:00. Measurements were performed on 3 fully developed leaves in the middle region of the main shoots of each vine (Scholander et al., 1965). In each application, one leaf water potential measurement was performed on three leaves of each of the four grapevines, and these measurements were used as the average of replications. Leaf water potential measurements were evaluated according to the class intervals in Table 3.

Table 3. Leaf water potential values and expected water stress levels according to the phenological stages for wine grape cultivars (Deloire et al. 2004; van Leeuwen et al., 2009; Martínez et al., 2013)

Ψ_{pd} (MPa)	Ψ_{md} (MPa)	Stress level	The phenological stage for expected stress level
≥ -0.2	≥ -1.0	No stress	Bud burst-Fruit set
-0.2 to -0.3	-1.0 to -1.2	Weak stress	Fruit set-Veraison
-0.3 to -0.5	-1.2 to -1.4	Mild-moderate stress	Veraison-Maturity
-0.5 to -0.8	-1.4 to -1.6	Moderate-severe stress	
≤ -0.8	≤ -1.6	Severe stress	

Ψ_{pd} = pre-dawn leaf water potential, Ψ_{md} = midday leaf water potential

2.5. Berry, cluster and vigour parameters.

Representative random samples of 24 clusters from four vines from each replications were taken to the laboratory to determine the cluster weight at harvest. Randomly selected 250 berries from all parts of these clusters were weighted to determine berry weight (Carbonneau et al., 1991). The pruning weight (kg/vine) was determined by weighing the pruned shoots with a digital hand scale. Shoot weight (g/vine) was determined by dividing the total pruning weight by the number of main shoots. The ratio between vine yield and pruning weight (RI) was calculated according to Ravaz (1903).

2.6. Trial design and statistical analyzes

The experiment was laid out in a completely randomized block design with each treatment comprising three replications. JMP 13.2.0 statistical program was used for determining differences in applications. Significant differences were grouped with the LSD test at 5% significance level.

3.1. Climate

Some climatic data obtained from the experiment vineyard in 2013, 2014 and 2015 years were presented in *Figure 1*. The average temperature and precipitation values for a long-term period (1939-2019) are estimated as 14.00°C and 589.50 mm, respectively (MGM 2019). The rainfall in 2013 was below the seasonal norms with 443.80 mm. The precipitation in the vegetation period was 165.60 mm and slightly lower than the long-term averages of 196.70 mm. The average temperature was recorded as 16.24°C. The average light intensity values for the months of the study and for the year 2013 were 1046.33 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^2$ and 1018.09 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^2$, respectively.

Annual rainfall (770.50 mm) and vegetation period rainfall (611.30 mm) values in 2014 were much higher than the average of long-term. The average temperature values for the year 2014 and months of the study were 16.08°C and 19.88°C, respectively. The average light intensity values for the months of the study and for the year were 581.39 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^2$ and 772.74 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^2$, respectively. Both values were considerably low compared to the previous year.

The yearly precipitation was 507.90 mm and the vegetation period precipitation was 267.80 mm in year 2015. The average temperature values for the year 2015 and months of the study were 16.00°C and 20.20°C, respectively. The average light intensity was recorded as 924.47 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^2$ for the year 2015 and was recorded as 1154.70 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^2$ during the vegetation period. According to the data recorded over three experimental years, 2014 differed from the other two years in terms of rainfall, light intensity and relative humidity (*Figure 1*).

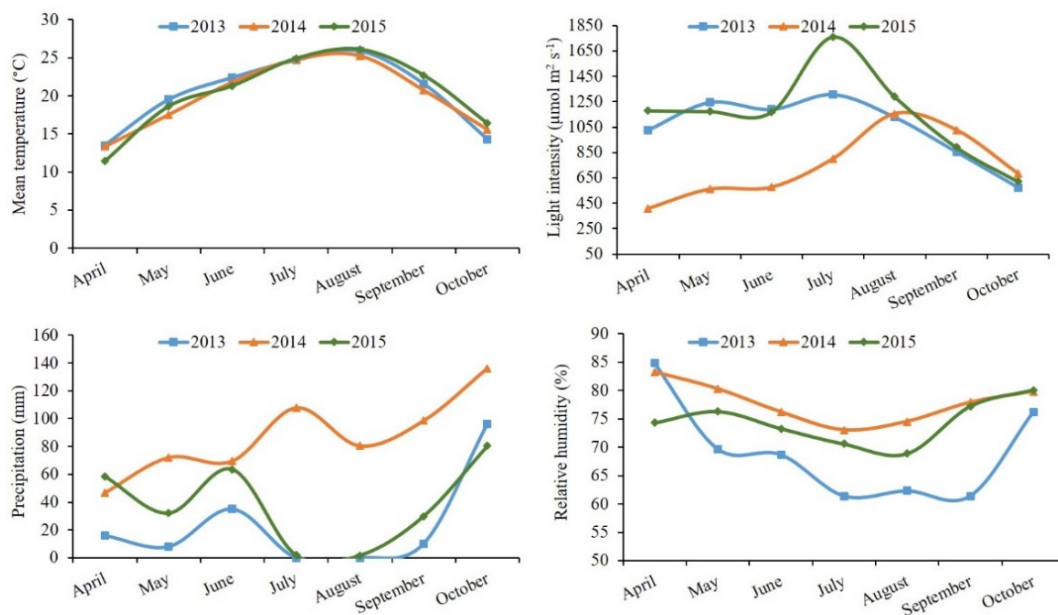


Figure 1. Climatic data of experimental vineyard in vegetation periods of 2013, 2014 and 2015 years

Climatic data obtained from the days of midday leaf water potential (Ψ_{md}) measurements were made over three years were taken during the hours of 12:00 to 14:00 across the vineyard (*Figure 2*).

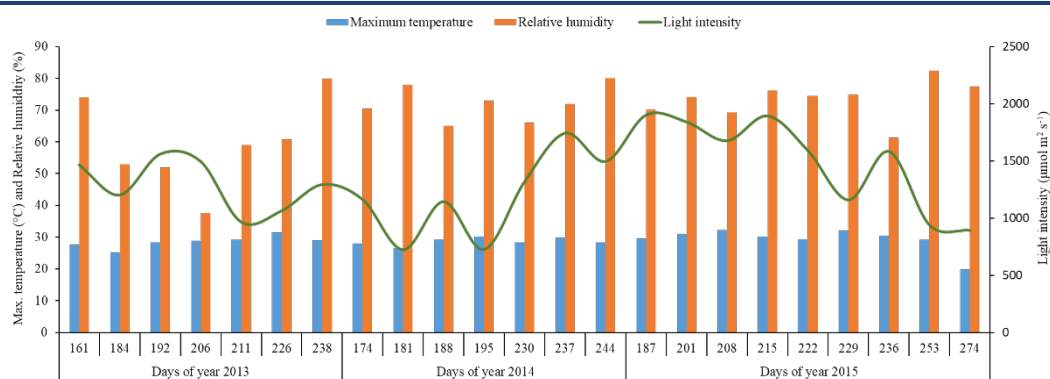


Figure 2. Climatic data of experimental vineyard in leaf water potential measurement days during the experimental years

3.2. Phenology

The results of phenological observations are presented in *Table 4*. Harvest was done at 22-23% TSS (Total Soluble Solids) except for the year 2014 due to the unusual heavy precipitation (*Table 4*). Taking into account the physical condition of the berries, the harvest in 2014 was carried out with a lower TSS percentage to avoid berry rot due to excessive rainfall.

Table 4. Phenological development stages of Merlot variety during the experimental years

Budburst (EL 04-07)	Flowering (EL 23-25)	Veraison (EL 35)	Harvest (EL 38)
05.04.2013; 95 th day	29.05.2013; 149 th day	22.07.2013; 203 th day	26.08.2013; 238 th day
02.04.2014; 92 nd day	29.05.2014; 149 th day	30.07.2014; 211 st day	16.09.2014; 259 th day
12.04.2015; 102 nd day	28.05.2015; 148 th day	01.08.2015; 213 rd day	05.10.2015; 278 th day

The changes in berry maturation between veraison and harvest over the years were largely due to fluctuations in the precipitation regime. The calculated Winkler Indexes (WI, GDD) were determined as 2157.00, 2074.64 and 2142.00 respectively in three consecutive years. The amount of precipitation during the vegetation period was 165.60 mm in 2013 and was 267.80 mm in 2015.

3.3. Changes of soil moisture

In 2013, soil moisture was ranged between 19.58% and 15.78%. Minor fluctuations were caused by precipitations that fall before the measurement days. The precipitation in the vegetation period of 2014 was 611.30 mm approximately 2.5 times higher than the vegetation period average of long-term (1939-2019). The highest soil moisture was measured as 28.90% and the lowest soil moisture as 18.64%. In the measurement days of 2015, soil moisture fluctuated between 15.53% and 20.21% (*Figure 3*).

Soil moisture content ranged between 15.53% and 28.90% during the experimental years. Soil moisture did not fall below the wilting point which was calculated as 14.42% on average in any of the measurements carried out for three consecutive years. This was due to the fact that the vineyard is predominantly clayey at depths of 60-90 cm.

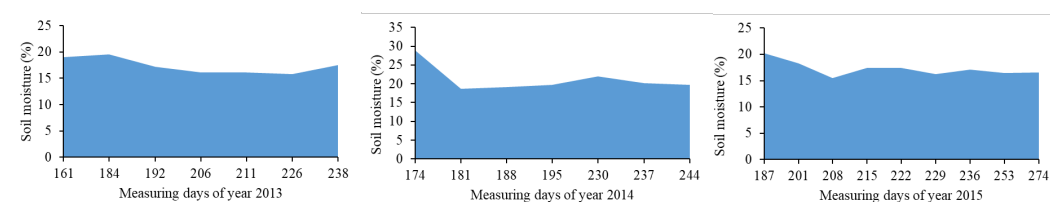


Figure 3. Soil moisture status of experimental vineyard in leaf water potential measurement days during the experimental years

Data were presented as the means of 0-30 cm, 30-60 cm and 60-90 cm of soil depths.

3.4. Changes of predawn leaf water potential (Ψ_{pd}) and midday leaf water potential (Ψ_{md})

The lowest predawn leaf water potentials were measured on the 226th day with value of -0.28 MPa in LRLS₁ and LRMS₁ treatments in the year 2013. Predawn leaf water potentials on day 238th also indicated low stress levels. These two were the only days when predawn stress was detected in 2013 (Figure 4).

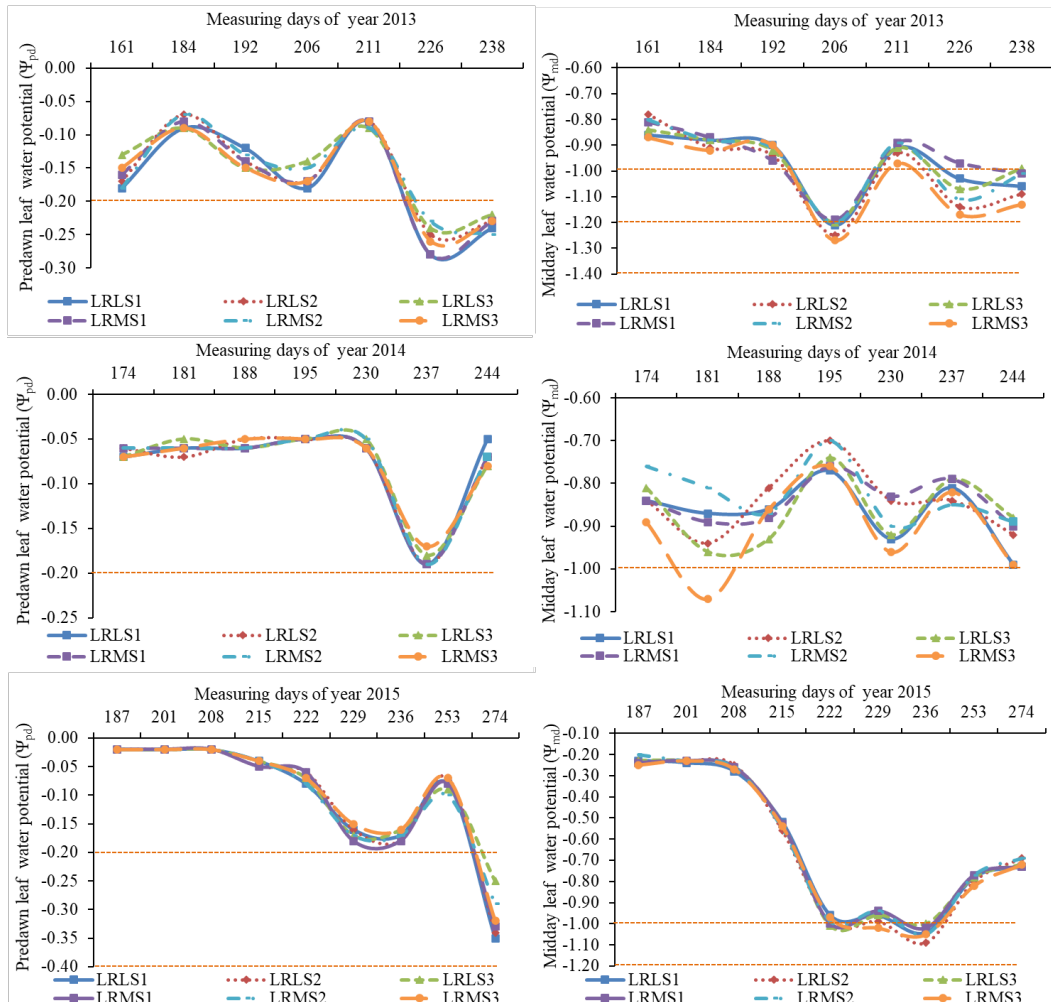


Figure 4. Predawn and midday leaf water potentials according to different leaf removal treatments

LRMS₁, LRMS₂ and LRMS₃ represents 100 cm, 125 cm and 150 cm main shoot lengths, LRLS₁ represents removing of all lateral shoots, LRLS₂ and LRLS₃ represents leaving 3-4 and 6-7 leaves on the basal end of the lateral shoots. Red dotted lines along the horizontal axis represent the water stress levels of vines (Deloire et al. 2004; van Leeuwen et al., 2009; Martínez et al., 2013).

In 2014, measurement did not reflect any sign of stress mainly due to the effect of extraordinary rainfall during the vegetation period. The lowest Ψ_{pd} value, -0.19 MPa, was measured on day 237th. LRMS₃ and LRLS₃ treatments were represented slightly higher Ψ_{pd} values. All treatments formed similar curves (Figure 4).

When periodically examined, predawn leaf water potential [Ψ_{pd} (-MPa)] measurements of 2015, started to show stress signs during the period between veraison and maturity but disappeared towards the harvest in September. However, just before harvest, medium stress signs in all treatments was observed. Further examinations showed similar tendencies in all leaf removal applications and there were no significant differences between the applications (Figure 4).

Measurements of predawn leaf water potential [Ψ_{pd} (-MPa)] over three years revealed changes in soil moisture content due to the general climate conditions, especially precipitation and climatic conditions were found to be more effective on manipulation of leaf water potentials than canopy management treatments.

A relative increase of midday water stress is expected to during the time from veraison to harvest, which vary between $-1.2 \leq \Psi_{md} \leq -1.6$ MPa (Deloire et al., 2004). In 2013, when the average of the measured days was taken into consideration, regardless of the practices, moderate stress was observed for the first time on the 206th day (after veraison) with a value of -1.22 MPa. Although the differences among the treatments are very little, the highest values were recorded in LRMS₃ with -1.03 MPa and LSLR₂ with -1.01 MPa (Figure 4).

In 2014, apart from LRMS₃ treatment none of the midday leaf water potential [Ψ_{md} (-MPa)] measurements indicated any signs of stress. This may be due to the extraordinary rainfall especially during the vegetation period. The lowest value of Ψ_{md} (-1.08 MPa) recorded on the 181st day in treatment LRMS₃ indicated weak stress level (Figure 4).

It was observed that the midday leaf water potential tended to increase slightly until the 236th day (after veraison) of the 2015 year. The lowest value was measured on the same day with -1.09 MPa in LRLS₂ treatment.

The fact that there were no significant decrease in Ψ_{md} values in 2013 and also in 2014 which had the highest rainfall in vegetation period and the whole year may be the indication of midday water stress is not only under the control of soil moisture and seasonal precipitation, but also daytime temperature values and the cultivation preferences (Table 5). There are also studies indicating that Ψ_{md} values are in high correlation with daily water use and can be used reliably in vineyard irrigation programs (Mata et al., 1999; Shackel, 2007; Williams and Baeza, 2007; Williams et al., 2012).

Table 5. Seasonal means of predawn and midday leaf water potentials according to different leaf removal treatments

Treatment	2013		2014		2015	
	Ψ_{pd} (MPa)	Ψ_{md} (MPa)	Ψ_{pd} (MPa)	Ψ_{md} (MPa)	Ψ_{pd} (MPa)	Ψ_{md} (MPa)
LRMS ₁	-0.17	-0.98a	-0.14	-0.85a	-0.14	-0.87
LRMS ₂	-0.16	-1.00a	-0.15	-0.85a	-0.14	-0.86
LRMS ₃	-0.17	-1.06b	-0.13	-0.92b	-0.13	-0.89
LSD _{0.05}	ns	0.048	ns	0.062	ns	ns
LRLS ₁	-0.17	-1.00	-0.14	-0.89	-0.14	-0.86
LRLS ₂	-0.16	-1.05	-0.14	-0.85	-0.13	-0.86
LRLS ₃	-0.17	-1.05	-0.14	-0.88	-0.14	-0.89
LSD _{0.05}	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Values expressed with different letters in the same column are statistically significant at the $P < 0.05$ level according to LSD multiple comparison test. LRMS; Represents leaf removal treatments on main shoots, LRLS; Indicates leaf removal treatments on lateral shoots. Ψ_{pd} = pre-dawn leaf water potential, Ψ_{md} = midday leaf water potential, ns= not significant.

When the mean values of Ψ_{pd} in 2013 were evaluated according to the leaf removal treatments, the variation was very small but the highest values were observed with -0.17 MPa. In 2014 the lowest value of Ψ_{pd} was observed in LRMS₂ with -0.15 MPa. All of these values indicate low stress according to Table 3. As in the previous two years there were no significant differences between applications in 2015. In general, all applications followed a parallel course (Table 5).

In terms of predawn leaf water potential, our findings are in accordance with the studies conducted with Syrah (Korkutal et al., 2018) and Cabernet-Sauvignon (Bahar et al., 2018) varieties in Tekirdağ. In both studies, it was reported that leaf removal practices did not have significant effects on predawn leaf water potentials.

The midday leaf water potential measurements were found to be statistically significant in 2013 and 2014. In 2013, although midday measurements showed only weak signs of stress, the lowest value was measured at -1.06 MPa in the LRMS₃ application in seasonal means of Ψ_{md} . In 2014, results were similar to the previous year; LRMS₃ treatment had the lowest value with -0.92 MPa and was statistically differed from the other two main shoot applications. While there was no statistical significance among the main shoot applications in 2015, the LRMS₃ application again showed the lowest value with little difference (Table 5).

Although there were no considerable differences in results in terms of water stress measurements in experimental years, it can be said that stress tends to increase as the length of the main shoot increases especially for Ψ_{md} as suggested by Yasasin et al. (2017).

3.5. Berry, cluster and vigour parameters

In all experimental years, shoots and clusters were balanced to retaining 13-14 shoots and 24-26 clusters in pre-bloom. Thus, the differences between the yield values were not statistically significant. Yields means from three experimental years were ranged between 5.20 kg/vine and 5.39 kg/vine.

Effects of the main shoot and lateral shoot treatments on berry, cluster and vigour parameters are shared in Table 6. In 2013, no statistically significant differences were observed in terms of berry weight, cluster weight, shoot weight, pruning weight and RI data. However cluster, shoot and pruning weights were found to be slightly higher in LRMS₃ application, while RI data were lower.

Table 6. Effects of the main shoot and lateral shoot treatments on berry, cluster and vigour parameters.

Treatment	Berry wt. (g/100pieces)	Cluster wt. (g)	Shoot wt. (g/shoot)	Pruning wt. (kg/vine)	Ravaz index
2013					
LRMS ₁	150.86	291.65	72.77	0.98	6.66
LRMS ₂	149.18	275.94	70.82	0.97	6.79
LRMS ₃	150.54	306.64	81.44	1.13	5.96
LSD _{0.05}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
LRLS ₁	149.55	266.07	72.23	0.98	7.04
LRLS ₂	148.00	322.14	72.64	1.00	6.32
LRLS ₃	153.03	285.43	80.16	1.10	6.05
LSD _{0.05}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
2014					
LRMS ₁	145.00	136.66	88.33	1.21	0.64
LRMS ₂	141.15	110.90	95.59	1.31	0.52
LRMS ₃	143.96	118.49	122.72	1.70	0.36
LSD _{0.05}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
LRLS ₁	140.04	119.07	80.11b	1.12b	0.64a
LRLS ₂	137.31	120.24	118.11a	1.61a	0.43b
LRLS ₃	152.75	126.74	108.41a	1.50a	0.45b
LSD _{0.05}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	22.72	0.27	0.15
2015					
LRMS ₁	180.25	288.96	60.61b	0.83b	10.86a
LRMS ₂	179.82	290.59	76.36ab	1.04ab	9.06ab
LRMS ₃	177.13	301.32	93.66a	1.29a	7.12b
LSD _{0.05}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	23.01	0.29	2.55
LRLS ₁	174.03	277.58	67.26	0.93b	9.80
LRLS ₂	184.84	293.25	82.99	1.13a	8.12
LRLS ₃	178.32	310.04	80.38	1.10ab	9.12
LSD _{0.05}	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0.16	<i>ns</i>

Values expressed with different letters in the same column are statistically significant at the P < 0.05 level according to LSD multiple comparison test. LRMS; Represents leaf removal treatments on main shoots, LRLS; Indicates leaf removal treatments on lateral shoots. Ψ_{pd} = pre-dawn leaf water potential, Ψ_{md} = midday leaf water potential, ns= not significant.

In 2014, the effect of leaf removal treatments on lateral shoots on shoot weight, pruning weight and RI was non-significant. While LRLS₁ application resulted the lowest shoot and pruning weights and the highest RI values, the other two leaf removal treatments on lateral shoots were in the same statistical group. The unexpected low values in cluster weight and RI in 2014 may be attributed to rotting resulting from heavy rainfall which also gave rise to yield loss (Table 6).

Effects of main shoot treatments on shoot weight, pruning weight and RI parameters were found to be significant in 2015. The higher shoot and pruning weights were observed in LRMS₃ treatment. LRMS₃ resulted in the lowest RI. While the effect of LRLS₂ on pruning weight was significant, leaf removal treatments on lateral shoots had no significant effect on weight parameters in 2015 (Table 6). Although statistically non-significant, lower values in berry and cluster characteristics, especially in the years of low rainfall (2013 and 2015), were

observed in the LRLS₁ application. Low values with the LRLS₁ may have been due to the relative decrease in total leaf area, and not the changes in predawn or midday leaf water potentials. However this consideration may not be applied to berry chemical quality components.

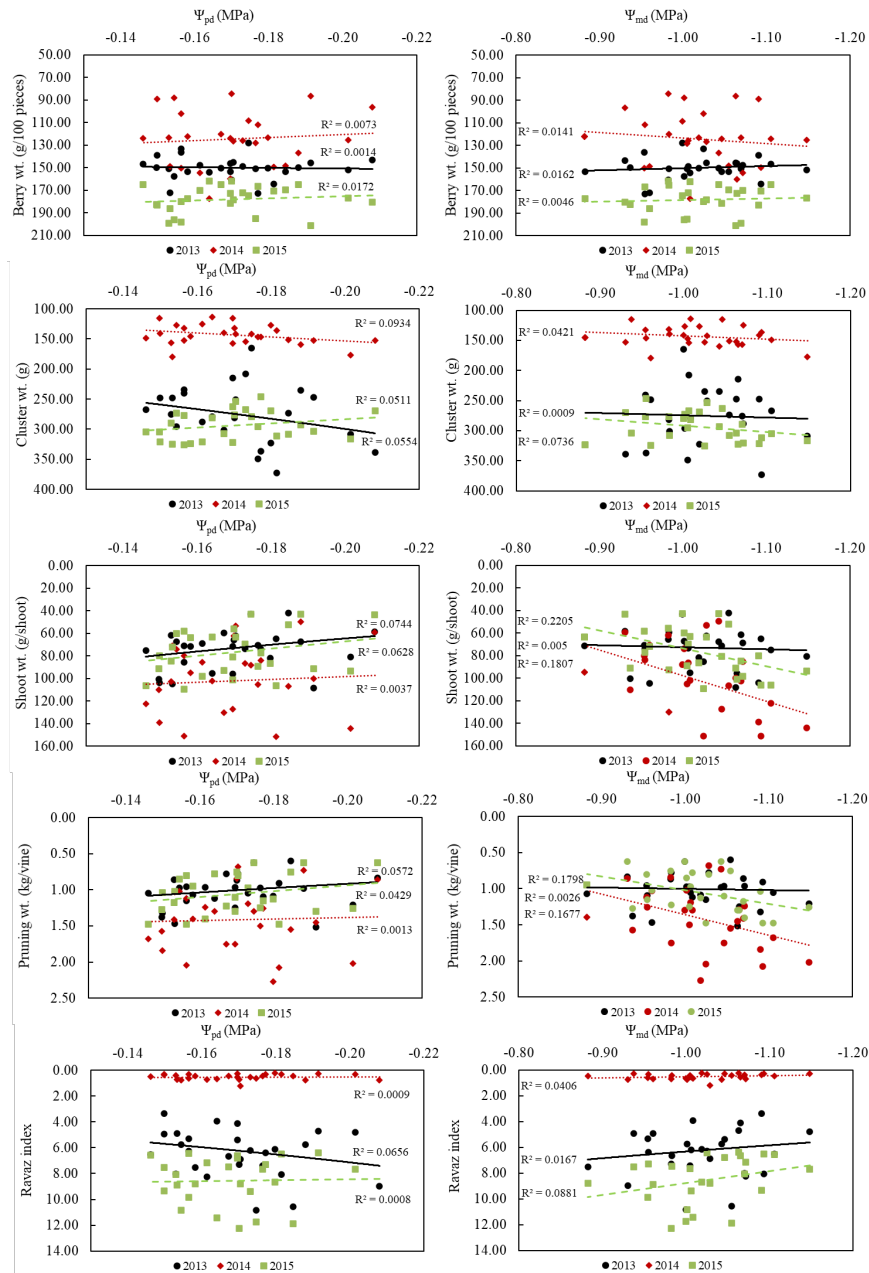


Figure 5. The relationship between predawn and midday leaf water potentials and selected parameters.

Although the pre-dawn and mid-day leaf water potentials were detected only as weak stress levels and only for short periods throughout the entire trial, the trends caused by the decreases and the increases in the examined criteria can be seen in Figure 5.

In 2015, both pre-dawn and midday leaf water potential measurements showed that increasing stress slightly decreased berry weight. Similar trend was observed in 2013. In 2014, the increasing mid-day stress increased the berry weight. This situation in 2014 can be explained by the unusual climatic characteristics of the year. It was determined that the increasing stress decreased the cluster weight according to leaf water potential measurements. Adversely Ψ_{pd} measurements increased cluster weight in 2015. In 2014 and 2015, unexpectedly, shoot and pruning weights showed an increasing trend with increasing Ψ_{md} . However, the results can be evaluated within normal

limits, since increasing values indicate the lowest stress level. In addition, the slight increase in Ψ_{pd} also lead to a slight decrease in vigour parameters.

As indicated in many previous studies, increasing and decreasing of leaf water potential can result in changing responses in the vine plant (Uriarte et al., 2015; Rossouw et al., 2017; van Leeuwen et al., 2019; Mirás-Avalos and Araujo, 2021).

4. Conclusions

As a result; the main shoot length increase in the cv. Merlot grape cultivar under the conditions of the trial vineyard caused the stress tendency. This phenomenon can be used as a quality-enhancing tool for canopy management applications in rainy years and high soil moisture conditions. In addition, changes in the growth parameters due to the stress tendency caused by the main shoot length were determined. The removal of lateral shoot leaves had no significant effects on the water status of vines.

Although the applications are manipulative in terms of quality and physiological activity seasonal effects of each vegetation period are the main determining factors. However, the cumulative effect of these small effects becomes more significant when evaluated with phenological periods and whole vegetation periods. In addition, it is thought that the increase and decrease trends observed in the examined criteria can be determined more clearly in drier years. It can be speculate that manipulation of the main shoot length affects yield, berry quality and carbohydrate accumulation by affecting water stress levels.

Therefore, the planning of canopy management practices should be done separately each year by following the long and medium-term meteorological evaluations. Canopy management manipulations should be done according to the phenological period and short term meteorological evaluations.

Acknowledgements

This study is based on a part of the doctoral thesis of the corresponding author. The authors thank all editors, reviewers who read and contributed to the final version of the text. The authors also would like to thank agronomist Tezcan Alço for their contribution to the field and laboratory works and Bennur Yiğiter for corrections in the text.

Funding

The study was supported by the Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Agricultural Research and Policies with the project number TAGEM/BBAD/2013/A08/P04-08.

References

- Baeza, P., Junquera, P., Peiro, E., Ramón Lissarrague, J., Uriarte, D., Vilanova, M. (2019). Effects of Vine Water Status on Yield Components. Vegetative Response and Must and Wine Composition. Morata, A., Loira, I. (ed.) In *Advances in Grape and Wine Biotechnology*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.87042>.
- Balint, G., Reynolds, A.G. (2017). Irrigation level and time of imposition impact vine physiology. yield components. fruit composition and wine quality of Ontario Chardonnay. *Scientia Horticulturae*. 214: 252–272. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.052>.
- Bahar, E., Carbonneau, A., Korkutal, İ. (2017a). Vine and berry responses to severe water stress in different stages in cv. Syrah (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. The Special Issue of 2nd International Balkan Agriculture Congress*. May 16-18. p. 62-70.
- Bahar, E., Korkutal, İ., Kabataş, İ.E. (2017b). Effects of different leaf water potentials (Ψ_{leaf}) and cluster thinning applications on cluster and berry characteristics in cv. Sangiovese (in Turkish with English abstract). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 14(2): 138-149.
- Bahar, E., Korkutal, İ., Öner H., (2018). Effects of different cultural practices on leaf water potentials in cv. cabernet-sauvignon (in Turkish with English abstract). *Bahçe* 47(1): 201-208.
- Blake, G.R., Hartge, K.H. (1986). Bulk Density. Klute, A., (ed.) In *Methods of Soil Analysis: Part I Physical and Mineralogical Properties*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.1.2ed.frontmatter>.
- Candar, S., Alço, T., Yaşasin, A.S., Korkutal, I., Bahar, E. (2019). Evaluation of long term changes for viticultural climate indices in Turkey Thrace (in Turkish with English abstract). *COMU Journal of Agriculture Faculty*, 7(2): 259–268. <https://doi.org/10.33202/comuagri.524811>.
- Carbonneau, A., Moueix, A., Leclair, N., Renoux, J. (1991). Proposition d'une méthode de prélèvement de raisin à partir de l'analyse de l'hétérogénéité de maturation sur un cep. *Bull. OIV* 727/728. 679–690.
- Chaves, M.M., Zarrouk, O., Francisco, R., Costa, J.M., Santos, T., Regalado, A.P., Rodrigues, M.L., Lopes, C.M. (2010). Grapevine under deficit irrigation: Hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*. 105(5): 661-676. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq030>.
- Cook, M.G., Zhang, Y., Nelson, C.J., Gambetta, G., Kennedy, J.A., Kurtural, S.K. (2015) Anthocyanin composition of Merlot is ameliorated by light microclimate and irrigation in Central California. *American Journal of Enology and Viticulture*. 66: 266–278. <https://doi.org/10.5344/ajev.2015.15006>.
- Deloire, A. Carbonneau, A., Wang, Z., Ojeda, H. (2004). Vine and water: a short review. *OENO-One* 38(1): 1-13. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2004.38.1.932>.
- Deveci, H, Konukcu, F., Altürk, B. (2019). Effect of climate change on wheat grown soil moisture profile in Thrace district (in Turkish with English abstract). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 16(2): 202-218. <https://doi.org/10.33462/jotaf.543103>.
- Donat, M.G., Alexander, L.V., Yang, H., Durre, I., Vose, R. (2013). Global land-based datasets for monitoring climatic extremes. *Bulletin of the American Meteorological Society* 94(7): 997-1006. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00109.1>
- Fayolle, E., Follain, S., Marchal, P., Chéry, P., Colin, F. (2019). Identification of environmental factors controlling wine quality: A case study in Saint-Emilion Grand Cru appellation, France. *Science of The Total Environment*. 694:133718. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133718>.
- Flexas, J., Medrano, H., Escalona, J.M., Bota, J., Gulias, J. (2002). Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. *Annals of Botany* 89(7): 895-905. <https://doi.org/10.1093/aob/mcf079>.
- Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Santos, J.A. (2012). An overview of climate change impacts on European viticulture. *Food and Energy Security* 1(2): 94-110. <https://doi.org/10.1002/fes3.14>.
- Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Cardoso, R.M., Soares, P.M.M., Cancela, J.J., Pinto, J.G, Santos, J.A. (2014) Integrated analysis of climate soil topography and vegetative growth in Iberian viticultural regions. *PLoS ONE* 9(9).<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108078>.
- Gambetta, G.A., Herrera, J.C., Dayer, S., Feng, Q., Hochberg, U., Castellarin, S.D. (2020). The physiology of drought stress in grapevine: Towards an integrative definition of drought tolerance. *Journal of Experimental Botany* 71(16). <https://doi.org/10.1093/jxb/eraa245>
- Garcia, L., Celette, F., Gary, C., Ripoche, A., Valdés-Gómez, H., Metay, A. (2018). Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 251: 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.030>.
- Guilpart, N., Metay, A., Gary, C. (2014) Grapevine bud fertility and number of berries per bunch are determined by water and nitrogen stress around flowering in the previous year. *European Journal of Agronomy*. 54: 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.11.002>.
- Intrigliolo, D.S., Castel, J.R. (2010) Response of grapevine cv. ‘Tempranillo’ to timing and amount of irrigation: Water relations, vine growth, yield and berry and wine composition. *Irrigation Science*. 28(2):113-125. <https://doi.org/10.1007/s00271-009-0164-1>.
- Jones, G.V., Davis, R. E. (2000) Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France’. *American Journal of Enology and Viticulture*. 51: 249–261.
- Jones, G.V. (2018). The climate component of Terroir. *Elements*. 14(3): 167–172. <https://doi.org/10.2138/gselements.14.3.167>.
-

- Junquera, P., Lissarrague, J.R., Jiménez, L., Linares, R., Baeza, P. (2012). Long-term effects of different irrigation strategies on yield components, vine vigour and grape composition in cv. Cabernet-sauvignon (*Vitis vinifera* L.). *Irrigation Science*. 30:351-361. <https://doi.org/10.1007/s00271-012-0348-y>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). Global Warming of 1.5°C [IPCC]. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Masson-Delmotte, V., Zhai, H.O., Pörtner, D., Roberts, J., Skea, P.R. Geneva. <https://www.ipcc.ch/sr15/>. Access: 12.01.2020
- Kadıoğlu, M. (2012). Türkiye’de iklim değişikliği risk yönetimi. Türkiye’nin iklim değişikliği II. Ulusal bildirimini hazırlanması projesi [Climate change risk management in Turkey. Preparation of II. National statement of Turkey project]. p. 1-172. https://www.undp.org/content/dam/turkey/docs/projectdocuments/EnvSust/UNDP-TR-iklim_Degisikligi_Risk_Yonetimi.pdf. Access: 13.01.2020.
- Keller, M., Romero, P., Gohil, H., Smithyman, R.P., Riley, W.R., Casassa, L.F. (2016). Deficit irrigation alters grapevine growth, physiology, and fruit microclimate. *American Journal of Enology and Viticulture* 67:426–435. <https://doi.org/10.5344/ajev.2016.16032>.
- Korkutal, I., Bahar, E., Bayram, S. (2018). Effects of different soil tillages and leaf removal applications on shoot and leaf characteristics and water stress of cv. Syrah (in Turkish with English abstract). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 15(1): 1-13.
- Korkutal, I., Bahar, E., Carbonneau, A. (2019). Effects of early water stress on grapevine (*Vitis vinifera* L.) growing in cv. Syrah. *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(1): 463-472. https://doi.org/10.15666/aeer/1701_463472.
- Kurtural, S., Watrelot, A., Yu, R., Cook, M., Yacco, R. (2016). Effects of leaf removal and applied water on flavonoid accumulation in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Merlot) berry in a hot climate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64(43): 8118-8127. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03748>.
- Leolini, L., Moriondo, M., Romboli, Y., Gardiman, M., Costafreda-Aumedes, S., de Cortazar-Atauri, I.G., Bindi, M., Granchi, L., Brilli, L. (2019). Modelling sugar and acid content in Sangiovese grapes under future climates: An Italian case study. *Climate Research*. 78(3) 211–224. <https://doi.org/10.3354/cr01571>.
- Lorenz, D., Eichhorn, K., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U. (1995). Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)-codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 1(2):100-110. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.1995.tb00085.x>.
- Martínez, E.M., Rey, B.J., Fandiño, M., Cancela, J.J. (2013). Comparison of two techniques for measuring leaf water potential in *Vitis vinifera* var. Albariño. *Ciència e Tècnica Vitivinícola*. 28(1): 29-41.
- Martínez, E.M., Rey, B.J., Fandiño, M., Cancela, J.J. (2016). Impact of water stress and nutrition on *Vitis vinifera* cv. ‘Albariño’: Soil-plant water relationships, cumulative effects and productivity. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 14(1): <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016141-7534>.
- Mata, M., Girona, J., Goldhamer, D., Fereres, E., Cohen, M. (1999). Water relations of lysimeter-grown peach trees are sensitive to deficit irrigation. *California Agriculture* 53(4): 17-21.
- Medrano, H., Tomás, M., Martorell, S., Escalona, J.M., Pou, A., Fuentes, S., Flexas, J., Bota, J. (2015). Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 35. 499–517. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0280-z>.
- MGM. (2019). General climate data of Tekirdağ province. Turkish State Meteorological Service. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=TEKIRDAG>. Access: 07.02.2019
- Mirás-Avalos, J.M., Fandiño, M., Rey, B.J., Dafonte, J., Cancela, J.J. (2020). Zoning of a newly-planted vineyard: Spatial variability of physico-chemical soil properties. *Soil Systems*. 4(4): 62. <https://doi.org/10.3390/soilsystems4040062>.
- Mirás-Avalos, J.M., Araujo, E.S. (2021). Optimization of vineyard water management: Challenges, strategies and perspectives. *Water*. 13(6): 746. <https://doi.org/10.3390/w13060746>.
- Molitor, D., Bans, O., Hoffmann, L., Beyer, M. (2016). Meteorological conditions determine the thermal-temporal position of the annual *Botrytis* bunch rot epidemic on *Vitis vinifera* L. cv. Riesling grapes. *OENO One*. 50(4): 231–244. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2016.50.4.36>
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A., Deloire, A. (2002). Influence of pre- and post-veraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture* 53(4): 261-267.
- Olsen, J.L., Olesen, A., Breuning-Madsen, H., Balstrom, T. (2011). A method to identify potential cold-climate vine growing sites - a case study from Rosnaes in Denmark. *Danish Journal of Geography* 111(1): 73–84. <https://doi.org/10.1080/00167223.2011.10669523>.
- Petrie, P.R., Sadras, V.O. (2008). Advancement of grapevine maturity in Australia between 1993 and 2006: Putative causes, magnitude of trends and viticultural consequences. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 14(1). 33–45. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2008.00005.x>.

- Priori, S., Pellegrini, S., Perria, R., Puccioni, S., Storchi, P., Valboa, G., Constantini, E.A.C. (2019). Scale effect of terroir under three contrasting vintages in the Chianti Classico area (Tuscany, Italy). *Geoderma*. 334: 99–112. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.048>.
- Ravaz, L. (1903). Sur la brunissure de la vigne. *Les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 136:1276-1278.
- Ramos, M.C., Jones, G.V., Martinez-Casasnovas, J.A. (2008). Structure and trends in climate parameters affecting winegrape production in northeast Spain. *Climate Research*. 38(1): 1–15. <https://doi.org/10.3354/cr00759>.
- Roby, G., Harbertson, J.F., Adams, D.A., Matthews, M.A. (2004). Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: anthocyanins and tannins. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 10:100–107. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2004.tb00012.x>.
- Rogiers, S., Deloire, A., Smith, J., Tyreman, S. (2015). Monitoring vine water status. Part:1 Some physiological principles. Grapevine management guide 2014-15. NSW Government Department of Primary Industries 16-19. https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/815451/grapevine-management-guide-2014-15.pdf. Accessed: 17.01.2020
- Rogiers, S.Y., Holzapfel, B.P., Smith, J.P. (2011) Sugar accumulation in roots of two grape varieties with contrasting response to water stress. *Annals of Applied Biology*. 159(3):399-413. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2011.00505.x>.
- Rossouw, G.C., Smith, J.P., Barril, C., Deloire, A., Holzapfel, B.P. (2017). Implications of the presence of maturing fruit on carbohydrate and nitrogen distribution in grapevines under postveraison water constraints. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 142(2): 71-84. <https://doi.org/10.21273/JASHS03982-16>.
- Santos, J.A., Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.T., Correia, C., Moriondo, M., Leolini, L., Dibari, C., Costafreda-Aumedes, S. (2020). A review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture. *Applied Sciences*. 10(9): 3092. <https://doi.org/10.3390/app10093092>.
- Savoi, S., Wong, D.C., Arapitsas, P., Miculan, M., Bucchetti, B., Peterlunger, E., Fait, A., Mattivi, F., Castellarin, S.D. (2016). Transcriptome and metabolite profiling reveals that prolonged drought modulates the phenylpropanoid and terpenoid pathway in white grapes (*Vitis vinifera* L.). *BMC Plant Biology*. 16(67). <https://doi.org/10.1186/s12870-016-0760-1>.
- Shackel, K.A. (2007). Water relations of woody perennial plant species. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 41(3): 121-129.
- Scholander, P.F., Yamel, H.T., Bradstreet, E.D., Hemmingsen, E.A. (1965). Sap pressure in vascular plants. *Science*. 148: 339-346.
- Schultz, H.R.; Jones, G.V. (2010). Climate induced historic and future changes in viticulture. *Journal of Wine Research*. 21(2): 137–145. <https://doi.org/10.1080/09571264.2010.530098>.
- Uriarte, D., Intrigliolo, D.S., Mancha, L.A., Picón-Toro, J., Valdés, E., Prieto, M.H. (2015). Interactive effects of irrigation and crop level on tempranillo vines in a semiarid climate. *American Journal of Enology and Viticulture*. 266(2):101-111. <https://doi.org/10.5344/ajev.2014.14036>
- van Leeuwen, C., Tregoat, O., Choné, X., Bois, B., Pernet, D. (2009). Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 43(3): 121-134. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2009.43.3.798>.
- van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A., Dubernet, M., Duchêne, E., Gowdy, M., Marguerit, E., Pieri, P., Parker, A., de Ressaiguier, L., Ollat, N. (2019). An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*. 9(9): 514. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090514>.
- Vilanova, M., Fandino, M., Frutos-Puerto, S., Cancela, J.J. (2019). Assessment fertigation effects on chemical composition of *Vitis vinifera* L. cv. Albarino. *Food Chemistry*. 278: 636–643. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.105>.
- Vrsic, S., Vodovnik, T. (2012). Reactions of grape varieties to climate changes in north east Slovenia. *Plant Soil and Environment* 58(1): 34-41. <https://doi.org/10.17221/352/2011-PSE>
- Walker, R.R., Blackmore, D.H., Clingeleffer, P.R., Emanuelli, D. (2014). Rootstock type determines tolerance of Chardonnay and Shiraz to long-term saline irrigation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 20(3): 496–506. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12094>.
- Webb, L.B., Whetton, P.H., Barlow, E.W.R. (2008). Climate change and winegrape quality in Australia. *Climate Research* 36: 99-111. <https://doi.org/10.3354/cr00740>.
- Williams, L.E., Baeza, P. (2007). Relationships among ambient temperature and vapor pressure deficit and leaf and stem water potentials of fully irrigated, field-grown grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 58(2): 173-181.
- Williams, L.E., Baeza, P., Vaughn, P. (2012). Midday measurements of leaf water potential and stomatal conductance are highly correlated with daily water use of Thompson Seedless grapevines. *Irrigation Science*. 30: 201-212. <https://doi.org/10.1007/s00271-011-0276-2>.
- Yasasin, A.S., Bahar, E., Coskun, Z., Kiraci, M.A., Boz, Y. (2017). Different soil tillage and shoot length effects on vegetative growth, water stress and yield in cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.). *8th International Conference Biosystems Engineering*. 16-18 May 2017. Tartu, Estonia.

Bireylerin Bal Tüketimi ve Yöresel Ürün Olan Zara Balı Tercih Nedenleri (Sivas İli Merkez İlçe Örneği)

Honey Consumption of Individuals and Reasons for Preference Zara Honey That a Local Product (Sivas Provincial Center District)

Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU

Öz

İnsan sağlığı için çok önemli olan ve hayvansal ürünler içerisinde yer alan balın tüketim durumu ve tüketimini etkileyen bazı sosyo-demografik özellikleri bu araştırma ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bal üretiminde ön sıralarda yer alan Türkiye’de balın yerel pazarı ve patentli sayısı oldukça fazladır. Ancak Türkiye’de tüketicilere yönelik böyle bir çalışma olmaması araştırmayı ön plana çıkarmaktadır. Araştırmanın ana metaryali olan anketler Sivas İli Merkez İlçe’de yaşayan 272 bireyle görüşme yolu ile toplanmıştır. Araştırmanın birinci bölümünde bireylerin sosyo ekonomik yapıları ortaya konulmuş, ikinci bölümde ise bireylerin bal tüketimi, üçüncü bölümde de yöre ürünü olan zara balını tercih nedenleri incelenmiştir. Araştırma kapsamında görüşülen bireylerin %50.37’si kadın, ortalama 33.67 yaş ve aylık ortalama geliri 2 034,03 TL’dir. Bireylerin %98.53’ü bal tüketmekte ve yarısından fazlası (%57.09) petek bal tüketmeyi tercih etmektedir. Bireylerin zara balı tercih nedenleri 17 faktör altında 5’li likert ölçeği ile ölçülmüştür. Faktör yüklerini azaltmak için faktör analizi yapılmış ve cronbach’s alpha değeri 0.897 ve KMO 0.792 bulunmuştur. Böylelikle 17 değişken 4 faktör altında özetlenmiştir. Araştırmanın son bölümünde ise bireylerin zara balı tercih nedenlerini etkileyen bazı özellikler belirlenmeye çalışılmış ve bunun için binary logit analizi uygulanmıştır. Analiz sonucunda %10 önem seviyesinde anlamlı bulunan bireylerin aylık geliri ve faktör analizindeki son faktör (sağlık) zara balı tüketimini negatif yönlü etkilemektedir. %5 önem seviyesinde anlamlı bulunan bireylerin cinsiyeti pozitif yönlü etkilerken %1 önem seviyesinde bireylerin yaşı negatif yönlü etkilediği analiz sonucunda ortaya konulmuştur. Zara balı üretimi yapan kurum kuruluşlara bu araştırma sonucunda şu önerilerde bulunulabilir: müşterilerin albenisini reklamlarla artırabilir ve daha sağlıklı güvenilir ürünle kar marjını yükseltebilir.

Anahtar Kelimeler: Bal, Tüketim, Tercih, Faktör analizi, Biary logit

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Rüveyda Yüzbaşıoğlu, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat. E-mail: widnyanaketut@gmail.com  OrcID: 0000-0002-6520-0543

Atıf/Citation: Yüzbaşıoğlu, R. Bireylerin Bal Tüketimi ve Yöresel Ürün Olan Zara Balı Tercih Nedenleri (Sivas İli Merkez İlçe Örneği). *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 16-27

* Çalışmanın özeti 1. Uluslararası Uygulamalı İstatistik Kongre özet kitapçığında yayınlanmıştır

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

The consumption status of honey, which is very important for human health and is included in animal products, and some socio-demographic characteristics affecting its consumption have been tried to be revealed with this research. Located honey in the local market and a number of patented honey production in Turkey is very much at the forefront. However, the absence of such a study aimed at consumers in Turkey to remove the forefront of research. The questionnaires, the main material of the study, were collected by interviewing 272 individuals living in the central district of Sivas province. In the first part of the study, the socio-economic structure of the individuals are revealed, in the second part, the honey consumption of the individuals, and in the third part, the reasons for choosing the local product, zara honey are examined. 50.37% of the individuals interviewed within the scope of the research are women, the average age is 33.67, and their average monthly income is 2 034.03 TL. 98.53% of individuals consume honey and more than half (57.09%) prefer to consume honey comb. Individuals' reasons for preference for dice were measured with a 5-point Likert scale under 17 factors. Factor analysis was performed to reduce the factor loadings and the cronbach's alpha value was found 0.897 and KMO 0.792, so 17 variables were summarized under 4 factors. In the last part of the study, some features affecting the reasons of individuals' preference for pests were tried to be determined and binary logit analysis was applied for this. As a result of the analysis, the monthly income of individuals found to be significant at the 10% significance level and the last factor (health) in the factor analysis negatively affect the pest honey consumption. As a result of the analysis, it was revealed that individuals who were found to be significant at the 5% significance level positively affected the gender, while at the 1% significance level, individuals had a negative effect on age. As a result of this research, the following suggestions can be made to institutions and organizations that produce Zara honey: It can increase the appeal of customers with advertisements and increase the profit margin with a healthier reliable product.

Keywords: Honey, Consumption, Preference, Binary logit, Factor analysis

1. Giriş

Avrupa ve Asya kıtasını birbirine bağlayan Türkiye, iklim (bozkır, karasal iklim ve Akdeniz iklimi) ve bitki örtüsü çeşitliliği nedeniyle farklı bal çeşitlerinin üretimi için uygun koşullara sahiptir. Arı yetiştiriciliği ve bal üretimi değerlendirildiğinde, Türkiye’de farklı ekolojik koşullara kolaylıkla uyum sağlayan birçok arı ırk ve ekotipi ile yıl boyunca nektar ve polen sağlayan oldukça zengin floral kaynakların bulunması bir avantajdır (Semerci, 2017). Bu durum, ülkenin farklı bölgelerinde, farklı özelliklerde ve kendi ünü olan ballarının üretilmesine olanak sağlamaktadır.

Türkiye’de 2019 yılında, 8108.424 kovan (eski ve yeni) ve arıcılıkla uğraşan 81.830 işletme bulunmaktadır. Ayrıca arıcı başına ortalama 99 kovan mevcuttur (TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, 2019).

Dünya genelinde kovan başına ortalama bal üretimi yaklaşık 20 kg civarındayken, Türkiye’de 13-17 kg arasındadır (TÜİK, 2018).

FAO’ya göre, 2018 yılında dünya bal üretimini, Çin (%27.47), Türkiye (%5.91), İran (%4.51), Amerika Birleşik Devletleri (%4.11), Rusya Federasyonu (% 3.90), Hindistan (%3.43), Ukrayna (%3.32), Meksika (%3.10), Arjantin (%2.87) ve Etiyopya (%2.67), diğer ülkeler_%38.71’ni paylaşmaktadır.

Yani dünya da 490.839 ton ile Çin birinci sıradayken, 105.532 tonluk üretimi ile Türkiye ikinci sırada yer almaktadır. İnsan sağlığı için çok önemli olan, hayvansal ürünler içerisinde yer alan bal tüketim durumu ve tüketimi etkileyen bazı sosyo-demografik özellikler bu araştırma ile ortaya konularak, tercih nedenleri incelenmiştir. Dünya bal üretiminde ön sıralarda yer alan Türkiye’de balın yerel pazarı ve patentli sayısı oldukça fazladır. Ancak Türkiye’de araştırma bölgesinde tüketicilere yönelik böyle bir çalışma olmaması araştırmayı ön plana çıkarmıştır. TÜİK 2019 verilerine göre Türkiye’de bal üretiminde ilk sırada %15.60’lık payla Ordu ili yer alırken bu İli izleyen illere bakıldığında ise sırayla Muğla (%13.40), Adana (%10.10), Sivas (%5.03) yer almaktadır. Dördüncü sırada yer alan Sivas İli’nin Zara İlçesi’nde üretilen bal iklim özelliği ve florasının uygun olması nedeniyle kendine has tat, aroma ve görünüme sahip bir bal olup ballı bitkilerin en fazla bulunduğu bölgede üretilmektedir. Bu bitkiler başta kekik olma üzere nane, ballıbabası, söğüt, taş yoncası ve keven’dir. Zara Balı Özel İşletmelerin dışında Zara Bal Üreticileri Birliği tarafından da satılmakta olup, Zara Bal, Zara Çiçek Balı markalarıyla dünya genelinde satışı yapılmaktadır. Zara Balının yaygınlaştırılması amacıyla her yıl Zara Bal ve Kültür Festivali düzenlenmekte ve gelen konuklara Zara Balı ikram ve hediye edilmesinin yanı sıra Zara Bal Üreticileri Birliği standında ve marketlerde satılmaktadır (Anonim, 2021). Yapılan ön çalışmada birliğin coğrafi işaret almak için başvuru hazırlığında olduğu belirlenmiştir. Bal üretimi açısından dünyada önemli yeri olan Türkiye’nin doğu bölgesinde bulunan ve yöresel ürünü olan zara balı ile bilinen Sivas İli’ndeki bireylerin sosyo ekonomik yapıları belirlenerek, bal tüketimi, tüketici tercih nedenleri bu çalışmada incelenmiştir.

Araştırma alanı dışında konu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde tüketiciye yönelik çalışmalara rastlanmıştır. Tüketicilerin bal tüketimi ve tercihi üzerine pek çok araştırma mevcuttur (Murphy ve ark., 2000; Gámbaro ve ark., 2007; Saner ve ark., 2007; Ványi ve ark., 2011; Crittenden, 2011; Pocol, 2011; Pocol, 2012; Pocol ve Ványi, 2012; Mohamadi-Nejad ve ark., 2013; Yeow ve ark., 2013; Ismaiel ve ark., 2014; Ćirić ve ark., 2015; Baki ve ark., 2017; Guziy ve ark., 2017; Akdemir, 2019; Çoşkun, 2019; Dülgeroğlu, 2019; Karahan, 2019; Şahin ve Özbakır, 2020).

Tüketicilerin bal tercihini belirlemek için Faktör analizi (Arvanitoyannis ve Krystallis, 2006; Krystallis ve ark., 2007) ve çeşitli logit (ordered, binary, multi) analizleri (Jensen ve Mørkbak, 2013; Gyau ve ark., 2014; Schifani ve ark., 2016; Testa ve ark., 2019) kullanılmıştır.

Birçok çalışma, satın almadan önce göz önünde bulundurulmuş en önemli faktörün balın kaynağı olduğunu da belirtmiştir (Batt ve Liu 2012; Parvanov ve Dinkov 2012; Pocol ve Teselios, 2012; Pocol ve Bolboac 2013; Roman ve ark., 2013; Bršćić ve ark., 2017; Šánová ve ark., 2017; Şedik ve ark., 2018; Thoma ve ark., 2018).

Araştırma bölgesinde balla ilgili tüketici tercihlerini etkileyen faktörleri belirleyen böyle bir çalışma yapılmamış olması çalışmanın farkındalığını ortaya koymaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan faktör analizi ve bireylerin zara balı tercih nedenlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi için binary logit analizi yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini Sivas İli merkez ilçede yaşayan bireylerle yapılan anket çalışması oluşturmaktadır. Anket çalışması 2019 yılı Kasım-Aralık ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ikincil materyali ise, bu konuda yapılmış çalışmalar (tez, inceleme, derleme vb.) ile konuyla ilgili raporlardır.

2.2. Verilerin toplanması aşamasında izlenen yöntem

Ana kitlenin en iyi düzeyde temsil edilecek örnek sayısının belirlenmesinde oransal yaklaşımdan yararlanılmıştır (Eşitlik1) (Newbold, 1995; Bektaş ve ark., 2010; Oraman ve ark., 2011; Karadavut ve Taşkın, 2014; Ağır ve ark., 2018).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_p^2 + p(1-p)} \quad (\text{Eş.1})$$

n= örnek büyüklüğü,

N= populasyon büyüklüğü

p= tahmin oranı (0.5 maksimum örnek büyüklüğü için),

σ_p^2 = oran varyansı (maksimum örnek hacmine ulaşmak için %90 güven aralığında çizelge değeri 1.65 ve %5 hata payı ile). Ana kitleyi oluşturan bireylerin özellikleri başlangıçta bilinmediği için, örnek hacmini maksimum kılacak şekilde p=0.5 olarak alınmış ve örnek hacmi 272 olarak saptanmıştır. Görülecek bireylerin sayısının belirlenmesinde, yerleşim birimlerinin toplam popülasyon içindeki payları esas alınmış (Kızıloğlu ve Kızılaslan, 2013) ve örneğe alınan bireyler tesadüfi olarak belirlenmiştir.

2.3. Verilerin analizi aşamasında izlenen yöntem

Araştırmada tesadüfi olarak seçilen 272 birey ile yapılan anketler sonucunda veriler toplanmıştır. Veriler toplandıktan sonra ofis programlarından Excel programı aracılığı ile bilgisayar ortamına aktarılarak, gerekli frekans tabloları elde edilmiş ve ulaşılan sonuçlar yorumlanmıştır. Ayrıca anket çalışmasından elde edilen bulgular, SPSS 17.0 ve NLOGIT6 paket programı yardımı ile gerekli istatistik analizler yapıldıktan sonra, sonuçları anlamlı çıkarların değerlendirilmesi yapılmıştır.

2.3.1 Bireylerin zara balı tercih nedenlerinin belirlenmesi için faktör analizi

Faktör analizi, değişkenler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan çok değişkenli bir istatistiksel analiz türüdür (Kurtuluş 2004; Tekin 2007; Karpati ve Szakal 2009). Bu analizin temel amacı, orijinal değişkenler arasındaki ilişkiyi en az bilgi kaybıyla bir grup faktör ile açıklayarak her bir faktörü teker teker yorumlamaktır. Kısaca faktör analizi, özgün bilgiyi olabildiğince koruyarak daha az veri ile çalışmayı mümkün kılmaktadır. Kişilerin bir konu ile ilgili davranışını tek bir soruyla ölçmek çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu davranışı etkileyen birçok faktörün birbiriyle yakın bağlantısı vardır. Faktör analizinin amacı bilgi kaybını olabildiğince azaltarak bu yakın faktörleri bir araya getirmek ve daha az faktörle çalışmaya imkan sağlamaktır.

İlk adım verilerin faktör analizi için uygunluğunun araştırılması ve bunun içinde Korelasyon Matrisi, Bartlett Testi ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testlerinden yararlanılmıştır. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örnek yeterliliğinin ölçütü, gözlenen korelasyon katsayısının büyüklüğü ile kısmi korelasyon katsayılarının büyüklüğünü karşılaştıran bir indekstir. KMO oranının 0.50'den büyük olması gerekir. KMO oranı ne kadar büyük olursa, veri seti faktör analizi yapmak için o kadar uygundur denilebilir (Topçu, 2006).

İkinci adımda amaç faktör sayısının belirlenmesidir. Bu adımda, seçilen modelin veriye ne kadar uyumlu olduğu tespit edilir. Bu aşamanın amacı değişkenler arasındaki ilişkileri en yüksek derecede temsil edecek az sayıda faktör elde etmektir. Kaç faktör elde edileceği ile ilgili çeşitli kriterler dikkate alınmaktadır (Özdamar, 2004; Topçu, 2006; Karagöz ve Kösterelioğlu, 2008; Topçu ve Uzundumlu, 2009).

Üçüncü adımda faktörler dönüştürülerek daha iyi yorumlanabilir hale getirilir (Büyüköztürk, 2010).

Son adımda faktör skoru hesaplanır. Her vaka için her faktörün skoru hesaplanır. Söz konusu skorlar değişik analizler için kullanılabilir (Özdamar, 2004).

2.3.2. Bireylerin zara balı tercih nedenlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi için binary logit analizi

Araştırmada bireylerin zara balı tercih nedenlerini etkileyen faktörler binary logit analizi yardımı ile belirlenmiştir.

Zara balı tercih nedenlerini etkileyen sosyo-ekonomik faktörler Binary Logit modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Logit modelinde bağımlı değişken Dummy ve tahmin edilen olasılık değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir.

Lojistik fonksiyon (LOGIT) genel fonksiyonel formülü (Eş.2) (Gujarati, 2001);

$$F_i(\beta X_i) = \frac{\exp(\beta X_i + \varepsilon_i)}{1 + \exp(\beta X_i + \varepsilon_i)} \quad (\text{Eş.2})$$

F (βX_i)= İndex fonksiyonunu (I nci bireyler için gözlenen zara balı tercih nedenlerinde, tercih etmeyenler için j=0; tercih edenler için j=1)

β = Açıklayıcı değişkenlerin katsayı vektörünü

X_i = Bireylerin karakterlerini temsil eden açıklayıcı değişkenleri

ε_i = Hata terimini göstermektedir.

Lojistik modelde yer alan bazı değişkenler, kategoriler arası farklılıkları olasılık oranları olarak elde edilebilmek üzere kategorik değişkene çevrilmiştir. Böylelikle yorumlamada kolaylık sağlaması açısından bağımsız değişkenlerin bazıları dummy değişken olarak modele alınmıştır. Modele açıklayıcı değişken olarak; bireylerin yaşı ve geliri (sürekli değişken), cinsiyet (bayan ise 0, erkek ise 1 olarak kodlanmıştır) ve Faktör Analizi sonucunda elde edilen faktör yükleri; faktör 1 (sürekli değişken), faktör 2 (sürekli değişken), faktör 3 (sürekli değişken) ve faktör 4 (sürekli değişken) başlıkları altında Binary Logit Analizine açıklayıcı değişken olarak dahil edilmiştir (Tablo 1). Tablo 1’de modeldeki bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin kodları, açıklamaları ve bazı istatistikî özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Binary logit modelinde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri

Table 1. Descriptive statistics of variables used in binary logit model

Kodu	Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maximum
Bağımlı Değişken (Y)	Zara balı tercih ediyorsa:1 Zara balı tercih etmiyorsa:0	0.710	0.455	0	1
GELİR	Tüketicinin aylık ortalama geliri (Sürekli Değişken)	2 034.03	1 239.51	400.0	9 000.0
YAS	Tüketicinin Yaşı (Sürekli Değişken)	33.669	11.923	18	76
CINSİYET	Bireylerin Cinsiyeti Erkekse:1 Kadınsa:0	0.496	0.501	0	1
F1	Faktör 1: Tercih (Sürekli Değişken)				
F2	Faktör 2: Güven (Sürekli Değişken)				
F3	Faktör 3: Etiket (Sürekli Değişken)				
F4	Faktör 4: Sağlık ve Fiyat (Sürekli Değişken)				

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Bireylerin sosyo-demografik özellikleri

Yöresel ürünlerden olan zara balı tüketimi ve tercihinde sosyo ekonomik faktörlerde etkilidir. Bu bağlamda araştırma kapsamında görüşülen bireylerin sosyo ekonomik faktörleri hakkında genel bilgiler Tablo 2’de verilmiştir. Bireylerin ortalama yaşı 34 olarak belirlenmiş ve aktif çalışabilir yaş grubuna girmektedir. Gelir satın

alım gücünün göstergesi olduğu için incelenmesi gereken bir faktördür. Bireylerin aylık gelirlerinin asgari ücret (2 034.03 TL/ay) düzeyinde olduğu *Tablo 2*'den anlaşılmaktadır. Araştırma kapsamında görüşülen bireylerin yarısından fazlası kadın (%50.37) ve evli (%52.21)'dir. Eğitim seviyesi tüketim ile ilişkili bir somut örnek olduğu için bireylerin eğitim seviyesi incelenmek istenmiştir. Bireylerin eğitim durumları incelendiğinde %39.71'i lise ve %33.46'sı lisans mezunudur. Bireylerin meslekleri incelendiğinde memur (%33.09) ve serbest meslek (%30.15) grubunun ağırlıklı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Bireylerin genel özellikleri
Table 2. General characteristics of individuals

Gruplar ve Açıklaması		Frekans	%	Ortalama
Yaş				33.67
Gelir (ay/TL)				2 034.03
Cinsiyet	Erkek:1	135	49.63	
	Kadın:0	137	50.37	
Medeni Durum	Evli:1	142	52.21	
	Bekar:0	130	47.79	
Eğitim Durumu	Okur-yazar	4	1.47	
	İlköğretim	29	10.66	
	Ortaöğretim	28	10.29	
	Lise	108	39.71	
	Lisans	91	33.46	
	YL-Doktora	12	4.41	
Bireyin Mesleği	İşçi	25	9.19	
	Memur	90	33.09	
	Serbest meslek	82	30.15	
	Emekli	11	4.04	
	İşsiz	59	21.69	
	Çiftçi	5	1.84	

3.2. Bireylerin bal tüketimi

Bireylerin bal tercihi incelenmeden önce bireylerin arıcılık ürünlerinden hangisini tüketmeyi tercih ettiği ve hangi miktarda tükettikleri *Tablo 3*'de verilmiştir.

Tablo 3. Bireylerin tüketmeyi tercih ettikleri bal çeşidi ve yıllık bal tüketim miktarı
Table 3. Honey type of individuals choose to consume honey and annual consumption

Ürünler		Frekans	%
Arıcılık Ürünleri Tercihi	Bal	268	98.53
	Bal-Polen	26	9.56
	Bal-Arı sütü	6	2.21
	Bal-Propolis	6	2.21
	Bal-Polen-Arı sütü	2	0.74
Ürünler		Miktar (Kg/yıl)	Birim Fiyat (TL/yıl)
Yıllık Bal Tüketim Miktarı	Süzme Bal Tüketimi Miktarı	1.70	48.89
	Petek Bal Tüketimi Miktarı	2.80	57.09
	Çam Bal Tüketimi Miktarı	0.40	5.81
	Krem Bal Tüketimi Miktarı	0.13	1.89

Akdemir (2019) Erzurum ilinde yaptığı araştırmasında tüketicilerin %54.75'i petek bal tüketmeyi tercih etmekte ve yıllık bal tüketimi 5 kg'ın altın (tüketicilerin %55.71'i) olduğu belirlenmiştir. Bireyler en fazla sadece balı (%98.53) tüketmeyi tercih ederken en az karışım arı ürününü (%0.74) tüketmeyi tercih etmektedir. Bireylerin yıllık bal tüketim miktarları incelendiğinde en fazla petek bal (2.80 kg/yıl) tercih edilmektedir. Krystallis ve ark. (2007)'nin, Doğu Avrupa'da yaptığı araştırmada tüketicilerin %48.2'sinin yıllık 0.5 kg'dan daha fazla bal tükettikleri sonucuna varılmıştır. Slovakya'daki tüketicilerin bal tüketimi 1 kg iken Rusya'daki

tüketicilerin tüketiminin 0.5 kg ile 2.5 kg arasında olduğunu Guzidy ve ark. (2017), araştırmaları sonucunda belirlemişlerdir. Yani genel olarak yıllık tüketim hem ülke içi hem de yurt dışı araştırmaları ile örtüşerek kişi başına yıllık bal tüketimi ortalama iki kilogram civarında olduğu söylenebilir.

Gıda ürünü olarak tüketilen bal arı ürünlerin en fazla bilinen ve tüketilen hayvansal ürünlerdendir. Ancak arı ürünleri sadece bal olmayıp, polen, arı sütü, propolis gibi tıbbi yönden de tüketilen ürünlerde mevcuttur. Bireylerin arı ürünleri tercihleri incelendiğinde bireylerin %98.53'ü bal tükettiği belirlerken, %9.56'sı bal be poleni birlikte tükettiği belirlenmiştir.

3.3. Bireylerin zara balı tercih nedenleri

Faktör analizinin kabul olup olmadığını anlamak için KMO testi sonucuna bakıldığında; KMO testi 0.792>0.600 olduğu için verilerin faktör analizine uygun olduğu anlaşılmıştır (Tablo 4). Başka bir ifadeyle, araştırmanın model açıklayıcılığının 0.792 olması örneklemin yüksek, modelin ise kabul edilir olduğu anlamına gelmektedir (Field, 2000; Topçu, 2006; Keleş, 2007; Yılmaz ve ark., 2009; Kızıloğlu ve ark., 2013). Tablo 4'de görüldüğü üzere Bartlett Testi analiz sonucu anlamlı (0.000) bulunmuştur.

Tablo 4. Bireylerin zara balı tercih nedenlerinin belirlenmesi için KMO ve Barlett Testi

Table 4. KMO and Barlett Test for individuals satisfaction from zara honey

Kaiser-Meyer-Olkin Testi		0.792
Bartlett Testi	Khi kare	3005.205
	Df	136
	Önem seviyesi	0.000
Cronbach's Alpha		0.897

Bireylerin zara balı tercih nedenlerinin belirlenmesi için 5'li likert ölçeği kullanılmıştır. Bireylerin zara balı tercihi ile ilgili konularda dikkat ettikleri hususların belirlenmesi üzere 17 değişken kendi içinde gruplara ayrılabilir mi diye faktör analizi uygulanmıştır. Analizde özdeğer (eigen value) ile yamaç eğim grafiğinin (scree plot) incelenmesi sonucunda 17 değişken, 4 faktör altında gruplanmıştır. Ayrıca ölçeğin güvenilirliği Cronbach's Alpha ile test edilmiş ve güvenilirlik katsayısı 0.897 olarak bulunmuştur. Faktör analizi sonucunda; birinci faktör toplam varyansın %23.32'sini, ikinci faktör %18.82'sini, üçüncü faktör %14.08'ini ve dördüncü faktör ise %12.76'sını açıklamaktadır. Bu faktörler toplam varyansın %68.98'i ni açıkladığı sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Bireylerin zara balı tercih nedenlerinin belirlenmesi için özdeğer istatistiğine bağlı faktör sayısı ve varyansı

Table 5. The number of factors and variance depending on the eigenvalue statistics to determine the reasons for individuals to prefer pests.

Karesi Alınmış Yüklerin Rotasyon Toplamı		
Toplam Özdeğer	Toplam Özdeğer	Toplam Özdeğer
3.964	23.317	23.317
3.199	18.820	42.138
2.393	14.079	56.217
2.170	12.763	68.980

Rotasyon çözüm sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. Rotasyon çözüm sonuçlarında faktör yükleri ve bağımlılık oranları bulunmaktadır. Faktör yük değeri değişkenlerin faktörlerle ilişkisini açıklayan katsayıdır. Değişkenlerin buldukları faktörlerdeki yük değerinin yüksek olması gerekir (Kline, 1994; Büyüköztürk, 2002). Bağımlılık oranı ise değişkenlerin her birinin faktör katsayılarının kareleri toplanarak hesaplanır.

Toplam bağımlılık oranı ne kadar yüksek çıkarsa elde edilen sonuçlar istatistiki olarak o derece anlamlıdır ve bu analizdeki diğer değişkenlerle oransal olarak ortak yanlarının da fazla olduğunu göstermektedir (Çabuk ve Şengül, 2000).

Tablo 6. Bireylerin Zara Balı Tercih Nedenlerinin Belirlenmesi İçin Dönüşümlü Faktör Yükleri
 Table 6. Rotating Component Matrix for Individuals' Satisfaction from Zara Honey

	Tercih	Güven	Etiket	Sağlık ve Fiyat
Reklam	0.798	0.009	0.202	-0.103
Bulunabilme	0.759	0.052	-0.086	0.349
Ürünün Görüntüsü	0.747	0.137	0.399	0.121
Alışkanlık	0.721	0.146	0.288	0.323
Nektar Çeşidi	0.698	0.291	-0.004	0.088
Ürünün Rengi ve Yoğunluğu	0.686	0.291	0.100	0.382
Üretici Birliğin Ürettiği Ürün Olması	0.574	-0.081	0.081	0.444
Kalitesi	0.088	0.929	0.031	0.072
Hijyen	0.070	0.769	0.334	0.103
Tadı ve Lezzeti	0.067	0.763	0.281	0.155
Ambalajlı olması	0.325	0.677	0.324	0.058
Doğal Katkısız Ürün Olması	0.002	0.237	0.800	0.121
Üretim ve Son Kullanma Tarihi	0.191	0.206	0.774	0.185
Marka ve Firma İsmi (Zara Bal, Zara Çiçek Balı markaları)	0.290	0.260	0.608	0.189
Sağlıklı Olması	0.180	-0.016	0.325	0.815
Besin Değeri	0.230	0.507	-0.006	0.689
Fiyatın Önemi	0.237	0.249	0.277	0.549

17 değişken tercih, güven, etiket ve sağlık-fiyat başlıklarıyla 4 faktör yükünde toplanmıştır. Arvanitoyannis ve Krystallis (2006), araştırmalarında bal satın almada dikkat edilen 14 değişken tüketiminin tıbbi faydaları, beslenme kalitesi, balın etik karakteri ve gıda tüketim yaşam tarzında 4 başlıkta toplamıştır. Faktör analizi ile doğrulanmış bu boyutları kullanarak, Cronbach's Alpha değeri 0.940 ve faktörlerin toplam varyansı açıklama yüzdesi %72.3 olarak belirtilmiştir. Krystallis ve ark. (2007) ilgili araştırmalarında, bal tercih faktörlerini belirlemek için 14 değişkene faktör analizi uygulayarak 4 faktör indirgemişleridir. KMO değeri 0.910 ve Cronbach's Alpha değeri 0.709 olarak belirtilmiştir.

3.4. Bireylerin zara balı tercih nedenlerini etkileyen faktörler

Bireylerin zara balı tercih nedenlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi için Binary Logit analizi uygulanmıştır. Böylelikle bireylerin zara balı tüketimini olumlu ve olumsuz yönde etkileyen, bilinçli tüketim için dikkat edilmesi gereken faktörler belirlenmiştir.

Bireylerin zara balı tüketimini %5 önem seviyesinde bireylerin cinsiyeti pozitif yönlü etki beklenirken, %10 önem seviyesinde bireylerin gelirleri ve sağlık-fiyat (F4) değişkeni ve %1 önem seviyesinde bireylerin yaş faktörü negatif yönlü etki yapması beklenmektedir. Kongo Demokratik Cumhuriyeti'nde yapılan bir çalışmada tüketicilerin bal tercihi ile medeni durum, eğitim, yaş, cinsiyet, meslek ve gelir seviyeleri arasındaki ilişki incelenmiştir (Gyau ve ark., 2014). Ványi ve ark. (2011) Macaristan'da yaptıkları araştırmalarında bal tüketimi ile yaş, cinsiyet, ikamet yeri, nitelikler, ailede kişi başına aylık net gelir arasındaki ilişkiyi khi kare analizi ile test etmişlerdir. Guziy ve ark. (2017) Slovakya ve Rusya'da yaptıkları araştırmalarında bal tüketimi ile yaş, eğitim durumu, aylık gelir arasında khi kare analizi sonucunda anlamlı bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Bireylerin gelirlerindeki bir birimlik artış zara balı tercihinde binde dördlük azaltımına yönelteceği söylenebilir. Erkekler bayanlara oranla %12 daha fazla zara balı tercih etmektedir. Bu araştırmanın sonucu gibi Kongo Demokratik Cumhuriyeti'nde yapılan tüketicilerin bal tüketimi ile tüketicilerin medeni durumları arasında pozitif bir ilişki olduğu logit modeli ile ortaya konulmuştur (Gyau ve ark., 2014). Yani her iki araştırmanın sonucuna göre evliler bekarlara göre bal tüketmeyi daha çok tercih etmektedir. Bireylerin yaşlarındaki bir birimlik artış zara balı tercihinin %0.8 oranında azalmasına neden olabilir. Avrupa'da yapılan araştırmalardaki sonuçlar ile bu araştırma sonucuyla paralel olan araştırmalar; Bršćić ve ark. (2017), Hırvatistan'da yaptıkları araştırmalarında bal tüketimi ile tüketicilerin yaşları arasında anova testi sonucunda

%1 önem seviyesinde anlamlı bir ilişki bulunurken Ványi ve ark. (2011), Macaristan’da yaptıkları araştırmalarında khi kare analizi sonucunda anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Türkiye’deki bal tüketimi ile yaş arasında ters ilişki varken İtalya’daki tüketicilerin yaşları ile bal tüketimi arasında sıralı lojistik ekonometrik model sonucu doğru orantılı bir ilişki tespit edilmiştir (Testa ve ark., 2019). Türkiye ve İtalya’daki bal tüketimini etkileyen yaş faktörünün ters ilişkisi görüşülen tüketicilerin yaş aralığındaki yoğunluk farkı açıklayabilir.

Tablo 7. Bireylerin Zara Balı Tercih Nedenlerini Etkileyen Faktörlerin Binary Logit Analiz Sonucu
Table 7. Binary Logit Analysis Results of the Factors Affecting the Reasons of Individuals to Choose Zara Honey

	Kat Sayı	Standart Hata	z	z >Z	Marjinal Etki
sabit	2.669***	0.494	5.40	0.000	
GELİR	-0.001*	0.001	-1.93	0.054	-0.004*
YAS	-0.044***	0.013	-3.54	0.001	-0.008***
CINSİYET	0.634**	0.303	2.10	0.036	0.116**
F1 (Tercih)	-0.019	0.147	-0.13	0.899	-0.003
F2 (Güven)	-0.423	0.281	-1.50	0.133	-0.078
F3 (Etiket)	-0.276	0.230	-1.20	0.229	-0.051
F4 (Sağlık-Fiyat)	-0.270*	0.155	-1.74	0.081	-0.050*

Not: ***, **, * ==> Önem seviyesinde temsili %1, %5, %10

Log likelihood function : -148.901, Khi kare [7 d.f.]: 29.983,

Restricted log likelihood: -163.893, McFadden Pseudo R-kare: 0.691

Önem Seviyesi: 0.000

4. Sonuç

Bal üretimi açısından dünyada önemli yeri olan Türkiye’nin doğu bölgesinde bulunan ve yöresel ürünü olan zara balı ile bilinen Sivas ilindeki bireylerin bal tüketimi, zara balı tercihi ve bu tercihi etkileyen sosyo-demografik özellikler çalışmada incelenmiştir. Bireylerin genç çalışabilir nüfus olduğu araştırma sonucunda ortaya konulmuştur. Bireylerin yarısından fazlasının kadın ve evli olduğu belirlenmiştir. Bireylerin gelirlerinin asgari ücret düzeyinde ve bireylerin yaklaşık %22’si aktif olarak çalışmamaktadır (emekli, öğrenci, iş arayan). Bireylerin tamamına yakını (%98) bal tüketmektedir. Bireylerin %76.96’sı yöresel ürün olan zara balını tercih etmektedir. Bireylerin petek balını daha çok tercih ettiği gözlenmiştir. Araştırmada bireylerin bal tüketimi incelendikten sonra yöresel ürün zara balının tercih nedenleri ve tercihini etkileyen bazı özellikler incelenmek istenmiştir. Bunun için Zara balını tercih nedenleri 17 faktör 5’li likert ölçeği ile ölçülmüş faktör analizi yardımıyla 4 faktör yüküne indirilmiştir. Zara balı tercihini etkilemesi olası sosyo-demografik faktörler binary logit analizi ile test edilmiştir. Bireylerin yaşları ilerlemiş olanlar gençlere göre bal tüketmeyi daha az tercih etmesi beklenmektedir. Günümüzün getirdiği şeker hastalığı sonucunda tatlı azaltımına gidilmektedir. Böylelikle bal tüketimi tatlı gereksinimini azalttığı gibi dengeli beslenme programlarında balın önemini artırmıştır. Sonuç olarak araştırma kapsamında görüşülen bireylerin aktif nüfusun çoğunlukta olması bal tercih etme olasılığının fazla çıkmasının sonucunu ortaya koyuyor olabilir. Zira araştırma kapsamında kadın nüfusunun fazla olması ve analiz sonucunda erkeklere göre kadınların bal tercih etme olasılığının yüksek olması bu sonucu doğrulayabilmektedir. Ancak ilginç bir sonuç «Ekonominin kurallarından olan gelirin artması gıda ürünlerinin tüketim miktarını artırır», araştırmada da bu teoriye ters ekonometrik bir sonuç ortaya konulmuştur. Bireylerin gelirindeki artış olasılığı zara balı tercihini artırması yönünde değil azaltımı yönünde bir ilişki mevcuttur. Buda bireyler, birliğin ürettiği zara balının fiyatı diğer balların fiyatına göre uygun olduğunun sonucu olabilir. Nitekim faktör analizi sonucunda da fiyat kategorisi olması ve bireylerin zara balını fiyatı için tercih etmesi bu sonucun bir göstergesidir. Yani ekonomik teorilere bakılırsa bireylerin gelirinin artması lüks ürünlerin alınımını artırması teorisi mevcuttur. Nitekim sonuç olarak bireyler bal tüketmek istemekte bunun içinde uygun ve güvenilir olan zara balını tercih ettiği söylenebilir.

Yazılı sosyal medyanın etkisinin gücü bu araştırmada da etkili olduğu söylenebilir. Zara balı üretimi yapan kurum kuruluşlara bu araştırma sonucunda şu önerilerde bulunulabilir: müşterilerin albenisini reklamlarla artırabilir ve daha sağlıklı güvenilir ürünle kar marjını yükseltebilir.

Kaynakça

- Ağır, M., Boran, C., Özden, F., Artukoğlu, M. (2018). Zeytinyağında Tüketici Tercihleri Üzerine Bir Araştırma: İzmir İli Dikili İlçesi Örneği. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 55 4, 81-90.
- Akdemir Denizli, G. (2019). *Erzurum İlindeki Tüketicilerin Bal Tüketim Tercihlerinin İncelenmesi*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Anonim (2021). <http://www.sivas.gov.tr/zara-bali> (erişim tarihi: 16.03.2021)
- Arvanitoyannis, I., Krystallis, A. (2006). An empirical examination of the determinants of honey consumption in Romania. International Journal of Food Science & Technology, 41, 1164e1176. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01174.x>.
- Baki, F., Saner, G., Adanacioğlu, H., Güler, D. (2017). Türkiye’de süzme çam balına yönelik tüketici tercihlerinin konjoint analizi: İzmir ili örneği. Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences, vol.3, no.2, p.50-57.
- Batt, P. J., Liu, A. (2012). Consumer Behaviour Towards Honey Products in Western Australia. British Food Journal 114 2: 285–297. doi:10.1108/00070701211202449.
- Bektaş, Z., Miran, B., Uysal, Ö., Günden, C. (2010). Dondurulmuş Gıda Ürünlerine Yönelik Tüketici Tercihleri: İzmir İli Örneği. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 47 3, 211-221.
- Bršćić, K., Šugar, T., Poljuha, D. (2017). An empirical examination of consumer preferences for honey in Croatia. Applied Economics, 49 58, 5877–5889. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1352079>.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör analizi: Temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi, vol.8, no. 4, p.470-483.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum. Onbirinci Baskı, Pegem Akademi Yayınları, Ankara.
- Ćirić, M., Ignjatijević, S., Cvijanović, D. (2015). Research of honey consumers’ behaviour in province of Vojvodina. Economics of Agriculture, vol. 62, no. 3, p. 627-644.
- Coşkun, A. (2019). *Türkiye’ De Bal Sektörünün Mevcut Durum Değerlendirilmesi ve Tüketici Eğilimleri*. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Crittenden, N.A. (2011). The importance of honey consumption in Human Evolution. Food and Foodways: Explorations in the History and Culture of Human Nourishment, vol. 19, no. 4, p. 257-273.
- Çabuk, S., Şengül, S. (2000). Ailelerin Evde ve Ev Dışında Gıda Tüketimlerinin “Switching Regresyon” Yöntemiyle Belirlenmesi, DİE Araştırma Sempozyumu, Ankara.
- Dülgeroğlu, İ. (2019). Bal Kalitesi ve Bal Satın Alma İlişkisi. Uludağ Arıcılık Dergisi. Vol. 19, no. 2, p. 136–142.
- FAO - Food and Agricultural Organization of the United ations, FAOSTAT. 2018. www.fao.org/faostat/en/#data/FBS, Accessed 1th January 2020.
- Field, A. (2000). Discovering Statistics Using SPSS for Windows. London: SAGE Publication.
- Gámbaro, A., Ares, G., Giménez, A., Pahor, S. (2007). Preference Mapping of Color of Uruguayan Honeys. Journal of Sensory Studies 22 5: 507–519. doi:10.1111/j.1745-459X.2007.00125.x.
- Gujarati, N.D. (2001). Essential of Econometrics, Mc Graw Hill, New York. Translate: Senesen, U., Senesen, G.G., Literatür Publication No:33, Istanbul.
- Guzidy, S., Šedík, P., Horská, E. (2017) Comparative study of honey consumption in Slovakia and Russia. Potravin. Slovak J. Food Sci., 11, 472–479.
- Gyau, A., Akalaku, C., Degrande, A., Biloso, A. (2014). Determinants of consumer preferences for honey in the democratic Republic of Congo. Journal of Food Products Marketing, 205, 476e490. <http://dx.doi.org/10.1080/10454446.2013.807405>.
- Ismail, A.Z.S., Al-Ghamdi, S.A.K.A.A., Adgaba, S. (2014). Qualitative Factors Affecting the Price and Demand of Honey in Saudi Arabia. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, vol. 8, no. 10, p. 199-206. <https://doi.org/10.4236/jns.2014.517186>
- Jensen, J.D., Mørkbak, M.R. (2013). Role of gastronomic, externality and feasibility attributes in consumer demand for organic and local foods: the case of honey and apples. International Journal of Consumer Studies, 376, 634e641. <http://dx.doi.org/10.1111/ijcs.12049>.
- Karadavut, U., Taşkın, A. (2014). Kırşehir İlinde Kanatlı Eti Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi, JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(1): 37-43.
- Karagöz, Y., Kösterelioğlu, İ. (2008). İletişim Becerileri Değerlendirme Ölçeğinin Faktör Analizi Metodu ile Geliştirilmesi. Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı:21, s:81-98.
- Karahan, Ş. (2019). *Güneydoğu Anadolu Bölgesinde arıcılık ve sahte balların arıcılar ile tüketiciler açısından etkilerinin incelenmesi*. Harran Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Zootekni Ana Bilim Dalı, (Yüksek Lisans Tezi).

- Karahan, Ş., Özbakır G.O (2020). Güneydoğu Anadolu'da Arıcılık Faaliyetlerinin ve Bal Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, vol.7, no. 4, p. 1148-1158.
- Karpati, L., Szakal. Z. (2009). Marketing Characteristics of Tokaj Wine Specialities Based on Factor and Cluster Analyses. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce – APSTRACT Agroiinform Publishing House, Budapest*. p: 93-102.
- Keleş, C. (2007). *Yeşil Pazarlama Tüketicilerinin Yeşil Ürünleri Tüketme Davranışları ve Yeşil Ürünlerin Tüketiminde Kültürün Etkisi ile İlgili Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Kızıloğlu, R., Kızılaslan, H. (2013). A tobit analysis of factors affecting mineral water demand: the case of Beypazarı District. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 302, 80-85.
- Kızıloğlu, R., Kızılaslan, H., Gökçe, C. (2013). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğrencilerinin Yeşil Gıda Ürünleri Hakkındaki Bilgi, Görüş ve Tutumları Üzerine Araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 61, 19-30.
- Kline, P. (1994). *An Easy Guide To Factor Analysis*:. New York: Routledge.
- Krystallis, A., Petrovici, D., Arvanitoyannis, I.S. (2007). From Commodities to the Consumption of Quality Foods in Eastern European Context. *Journal of East-West Business* 12 4: 5–37. doi:10.1300/J097v12n04_02.
- Kurtuluş, K. (2004). *Pazarlama Araştırmaları Genişletilmiş 7. Baskı. Literatür Yayınları, Yayın No: 114, s:397-418, İstanbul.*
- Mohamadi-Nejad, A., Lotfi, A., Radfar, R. (2013). Estimating the qualitative pricing model of honey in Iran. *Journal of Basic and Applied Scientific. Research*, 31, 483-487.
- Murphy, M., Cowan, C., Henchion, M., Reilly, S.O. (2000). Irish Consumer Preferences for Honey: A Conjoint Approach. *British Food Journal* 102 8: 585–598.
- Newbold, P. (1995). *Statistics For Business and Economics*, Prentice Hall International Editions.
- Oraman, Y., Unakıtan, G., Yılmaz, E., Başaran, B. (2011). Tüketicilerin Bazı Geleneksel Gıda Ürünleri Tercihlerini Etkileyen Faktörlerin Çok Boyutlu Ölçekleme İle Analizi, *Jotaf/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1), Ss. 33-40.
- Özdamar, K. (2004). *Paket Programları ile İstatistiksel Veri Analizi 2 Çok Değişkenli Analizler*, 5. Baskı. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Parvanov, P., Dinkov, D. (2012). More insight into organic bee honey processing, storage and shelf life. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 153, 206-210.
- Pocol, C. B. (2011). Modeling the honey consumption behavior in Romania by using socio-demographic determinants. *African Journal of Agricultural Survey*, Vol. 6, no. 17, p.4069-4080.
- Pocol, C.B. (2012). Consumer preferences for different honey varieties in the North West Region of Romania. *Agronomy Series of Scientific Research*. 55(2):263-266
- Pocol, C. B., Bolboacă, S. D. (2013). Perceptions and trends related to the consumption of honey: A case study of North-West Romania. *International Journal of Consumer Studies*, vol. 37, no. 6, p. 642-649.
- Pocol, C.B., Teslios, C.M. (2012). Socio-economic determinants of honey consumption in Romania. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10, 18-21. <http://dx.doi.org/10.1111/ijcs.12046>.
- Pocol, C.B., Ványi, G.A. (2012). A comparison between Hungarian and Romanian consumption. *Bulletin UASVM*, vol. 69, no. 2, p. 244-252.
- Roman, A., Popiela-Pleban, E., Kozak, M., Roman, K. (2013). Factors influencing consumer behavior relating to the purchase of honey part 2. product quality and packaging. *Journal of apicultural science*, vol. 57, no. 2, p. 175-185. <https://doi.org/10.2478/jas-2013-0027>
- Saner, G., Yercan, M., Engindeniz, S., Karaturhan, B., Cukur, F. (2007). Alternative Marketing Strategies for Honey and Other Bee Products in Turkey. *Journal of Agricultural & Food Information* 8 4: 65–74. doi:10.1080/10496500802083690.
- Šánová, P., Svobodová, J., Hrubcová, B., Šeráková, P. (2017). Segmentation of Honey Buyers' Behaviour by Conjoint Analysis. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 481, 55–62. <https://doi.org/10.1515/sab-2017-0008>.
- Schifani, G., Romeo, P., Guccione, G.D., Schimmenti, E., Columba, P., Migliore, G. (2016). Conventions of quality in consumer preference toward local honey in southern italy: Acces la success acces la success. *Calitatea*, 17153, 92-97. Retrieved from
- Šedík, P., Kňazovická, V., Horská, E., Kačániová, M. (2018). Consumer sensory evaluation of honey across age cohorts in Slovakia. *Potravinartvo Slovak Journal of Food Sciences: Vol. 12 No. 1*
- Semerci, A. (2017). Overall Situation of Beekeeping in Turkey and Future Prospects. *Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University*, 22, 107-118.
- Tekin, V.N. (2007). *SPSS Uygulamalı Bilimsel Pazarlama Araştırmaları. Seçkin Yayıncılık, Ankara.*
- Testa, R., Ascuito A., Schifani, G., Schimmenti E., Migliore, G. (2019). Quality Determinants and Effect of Therapeutic Properties in Honey Consumption. An Exploratory Study on Italian Consumers. *Agriculture*, 98, 174; <https://doi.org/10.3390/agriculture9080174>

-
- Thoma L., Kokthi E., Kelemen-Erdős A. (2018). Analyzing Consumer Preferences for Honey: Empirical Evidence from Albania. 17th International Conference on Management, Enterprise, Benchmarking. Proceedings p:162-176. https://kgk.uni-obuda.hu/sites/default/files/MEB2019/MEB2019_18.pdf
- Topçu, Y. 2006. *Süt Ürünlerinde Marka Rekabeti ve Tüketici Davranışları: Erzurum İli Örneği*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi ABD, Doktora Tezi.
- Topçu, Y., Uzundumlu, A.S. (2009). Analysis of Factors Affecting Customer Retailer Loyalty in Turkish Food Market: The Case Study of Erzurum. *Italian Journal of Food Science*, 212: 181-194.
- TUİK (2018). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (erişim tarihi: 15.01.2021).
- TUİK (2019). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (erişim tarihi: 15.01.2021).
- Ványi, Á.G., Csapó, Z., Kárpáti, L. (2011). Evaluation of Consumers' Honey Purchase Habits in Hungary. *Journal of Food Products Marketing* 17 2–3: 227–240. doi:10.1080/10454446.2011.548293.
- Wu, S., Fooks, J., Messer, K., Delaney, D. (2014). Consumer demand for local honey: An artefactual field experiment. *Applied economics and statistics*. University of Delaware.
- Yeow, S.H.C., Chun, S.T.S., Yeow, J.A., Tan, K.S. (2013). Consumer Purchase Intentions and Honey Related Products. *Journal of Marketing Research & Case Studies*, vol. 2013, p. 1-15.
- Yılmaz, V., Çelik, H.E., Yağız, C. (2009). Çevresel Duyarlılık ve Çevresel Davranışın Ekolojik Ürün Satın Alma Davranışına Etkilerinin Yapısal Eşitlik Modeliyle Araştırılması. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, vol.9, no.2, p. 1-14.

Kooperatiflerde Çok Yönlü Politikaların, Ortak Memnuniyetleri ve Kooperatifçilik Bilinci Üzerindeki Etkisi: Tarım Kredi Kooperatifleri

The Impact of Multilateral Policies on Partner Satisfaction and Awareness: Agricultural Credit Cooperatives


Mehmet ENGİN¹, Gülen ÖZDEMİR²

Öz

Türkiye’de tarımsal yapının, küçük parçalı ve dağınık arazilerden oluşması, modern işletme anlayışıyla yönetilmeyen hayvansal ve bitkisel üretim uygulamaları, tarımsal kooperatifçiliğin, tarımda bir denge unsuru olarak bulunmasını zorunlu kılmaktadır. Kaldı ki, tarım hiçbir zaman serbest piyasa ekonomisi içinde, kendiliğinden şekillenmesi beklenebilecek bir sektör değildir. Bu yüzden tarımın kredilendirilmesi, projelerle yönlendirilmesi, ekonomik işletme mantığıyla yönetilmesi zorunludur. Ancak uygulamalarda aksaklıklar olduğu ve giderilmesi yönünde kararlı politikaların ortaya konmadığı görülmektedir. Araştırmada Tekirdağ İlindeki tarım kredi kooperatiflerinin ortaklarına katkıları ortaya konmuş ve çözüm önerileri tartışılmıştır. Araştırmada Tekirdağ Bölge Birliğine bağlı 43 birim kooperatifte, 18.190 ortaktan 13.747’si faal ortak olup, örnek hacmi 121 ortak olarak belirlenmiştir. Anket çalışması, yüz yüze görüşme yoluyla gerçekleştirilmiştir. Tekirdağ ilindeki Tarım Kredi Kooperatiflerinin çok amaçlılık faaliyetlerinin ortaklar üzerindeki etki değerlendirmesi, çeşitli grafik ve istatistiksel analiz yöntemleriyle yorumlanmıştır. Ortaklar Tarım Kredi Kooperatiflerinin kredi faiz oranlarını yeterince düşük bulmamaktadır. Bu sonuç, Tarım Kredi Kooperatiflerinin Kooperatifler Bankası ya da ortak fon kaynakları oluşturarak, kaynak maliyetini aşağı çekmesi gibi çözüm önerilerinin değerlendirilmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Tarım Kredi Kooperatiflerinin çok amaçlı faaliyetleri ortakların görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Çalışmada uygulanan çok amaçlı politikalar ile ortakların ekonomik, sosyal alanda beklentileri arasındaki ilişki korelasyon analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Çok amaçlı politikalarla çiftçilerin işlerinin kolaylaşması arasında (Korelasyon katsayısı: 0.298) pozitif yönlü güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Projelere katılma ile işlerin kolaylaşması arasında da (Korelasyon katsayısı: 0.408) pozitif yönlü oldukça iyi ilişki gözlemlenmiştir. Çalışmada Tarım Kredi Kooperatiflerinin birçok tarımsal faaliyeti bir arada yürütmesinin, ortaklar tarafından olumlu karşılandığı ortaya çıkmaktadır. Tarım Kredi Kooperatiflerinin ortakları bu kooperatifleri işlerini yürütmede önemli bir araç ve iyi bir alternatif finans kaynağı olarak görmektedirler. Ancak tam demokratik yapıya kavuşabilmesi için kurulacak olan Kooperatifler Bankası içinde etkin olarak yer almalıdır.

Anahtar kelimeler: Tarım kredi kooperatifleri, Kredi, Tarımsal girdi, Çok amaçlılık faaliyetleri, Kooperatif ortağı

²*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Gülen Özdemir, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tekirdağ, Turkey. E-mail: gozdemir@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0003-3107-972X

¹Mehmet Engin, Tekirdağ Tarım Kredi Kooperatifleri Bölge Müdürlüğü, Tekirdağ, Turkey. E-mail: mengin@tarimkredi.org.tr  ORCID: 0000-0002-8947-4055.
Atıf/Citation: ÖZDEMİR G., ENGİN M. Kooperatiflerde Çok Yönlü Politikaların, Ortak Memnuniyetleri ve Kooperatifçilik Bilinci Üzerindeki Etkisi: Tarım Kredi Kooperatifleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 28-38.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

The fact that the agricultural structure in Turkey consists of small fragmented and scattered lands, animal and plant production practices that are not managed with a modern management approach, require agricultural cooperatives to be a balance element in agriculture. Moreover, agriculture is not a sector that can be left unattended and it is not a market that can be expected to take shape on its own in a free market economy. Therefore, it is imperative that agriculture is credited, guided by projects, and managed with the logic of economic business. However, it is seen that this importance is not understood sufficiently, that there are problems in implementation and that determined policies are not put forward to eliminate it. During the research, the contributions of the agricultural credit cooperatives in Tekirdağ Province to their partners were presented and solutions were discussed. In the study, 13.747 out of 18.190 partners were active partners in 43 units of cooperatives in Tekirdağ Regional Union and sample was determined as 121 partners. The questionnaire was carried out through face to face interviews. The impact assessment of the multi-purpose activities of the Agricultural Credit Cooperatives in the province of Tekirdağ on the target audience partners has been interpreted with various graphical and statistical analysis methods. The partners do not find the loan interest rates of the Agricultural Credit Cooperatives low enough. This result means that the solution suggestions such as the Agricultural Credit Cooperatives' reducing the resource cost by creating Cooperatives Bank or mutual fund resources should be evaluated. The multi-purpose activities of the agricultural credit cooperatives were evaluated in line with the opinions of the partners, and the effects of multi-purpose policies on the cooperative partners were analyzed by correlation analysis. There is a strong positive correlation between multi-purpose policies and facilitating the work of farmers (Correlation coefficient: 0.298). A very good positive correlation was observed between participating in projects and facilitating the work of farmers (Correlation coefficient: 0.408). In the study, it is revealed that the Agricultural Credit Cooperatives carry out many agricultural activities together, which is positively received by the partners. The partners of the Agricultural Credit Cooperatives see these cooperatives as an important tool in running their business and a good alternative source of finance. However, in order to achieve a full democratic structure, the Cooperatives Bank to be established should take an active place within the Bank.

Keywords: Agricultural credit cooperatives, Credit, Agricultural input, Multipurpose activities, Cooperative partner

1. Giriş

Türkiye’de kooperatifçiliğin teşvik edilip destekleneceği anayasada açıkça düzenlenmiştir. Ancak izlenen politikalar kooperatifçiliği yeterince geliştirmeye olanak sağlayamamıştır. Genellikle üreticiler de kooperatifleri kendi örgütleri olarak değil, bir kamu kurumu gibi görmektedirler. Bu durum gerçek demokratik kooperatiflerin oluşmasının önüne geçmekte ve kooperatiflerde sahiplenme sorununu da ortaya çıkarmaktadır. Ortakların kooperatiflerine bağlılığı, kooperatiflerin başarısı açısından son derece önemlidir (Yılmaz ve ark., 2019) Everest ve Yercan, 2016). Özellikle kooperatiflerle ilgili yasal ayrışma ve dağınıklık, kooperatiflerin üç ayrı bakanlık düzeyinde çalışması karmaşıklığı daha da arttırmakta ve kooperatiflerin etkin çalışmasına engel olmaktadır.

Tarım Kredi Kooperatiflerinin, 2011 yılında kamuoyuyla paylaştığı “Tarım Kredi 2023 Strateji Belgesi ve Eylem Planı” çalışmasında, finansman sorununu çözmek için bankacılık hizmetlerine hazırlanarak, kendi bankasını kurması hedeflenmektedir. Bir kooperatifler bankası için önemli olan sadece öz sermaye değildir. Kooperatifler için öz sermaye kadar önemli olan, Merkez Bankası reeskont kredilerinden yararlanma ve mevduat toplamadır. Böylece kurulan Kooperatifler Bankası, Tarım Kredi Kooperatiflerine ve ortaklarına sadece kredi vermeyecek, fon yönetimi, yatırım ve finansman desteği de verecektir.

Tarım Kredi Kooperatifleri, tarımsal finansman, girdi, ürün değerlendirme vb. rolleri üstlenmektedir. Tarım Kredi kooperatiflerinin 1625 birim kooperatif ve 180 hizmet bürosunda (Anonim, 2011) bulunan varlığı, azımsanamayacak bir rakam olsa da bu kooperatiflerin etkin yönetiminin temelinde güçlü, dış etkilere bağımlılığı düşük bir finans desteğinin üzerine, verimli personel ve doğru yönetimin inşa edilmesi başarılı bir netice getirecektir.

Kooperatifler Bankası, 1581 sayılı kanunda bahsedilen Tarım Kredilerinin mevduat toplama görevini yerine getirmesi, finansman kaynağını güçlendirmesi, elde edilen karların uygun üretim alanlarında kullanılması, kaynak maliyetlerinin bugünkü % 19 - % 20 seviyelerinden daha aşağıya çekilmesi, üretimin hızlanması ve devletin yükünün hafiflemesi gibi olumlu sonuçları doğuracaktır.

Tarım Kredi Kooperatifleri, kooperatifçilik tanımlamalarında tek amaçlı bir tarımsal kooperatif örgütlenmesi şeklinde tanımlanıyorsa da geldiği nokta itibarıyla bu kooperatifler çok amaçlı birer tarımsal kooperatif olarak ortaklarında hizmet vermektedir (Özdemir, 2016).

Çok amaçlı politikalarda, hammadde veya ürün konusunda kooperatife gelen ortak, diğer kredi ihtiyacı da aynı yerden uygun koşulda sağlayabildiği takdirde, kooperatife bağlılık derecesi artabilecektir. Bu faaliyetlerin ortakta oluşturduğu bağlılık duygusu, ortağı zorlama, inciterek satış yapma ve dikte etme şekline varmadan, ortağın yürüttüğü tarımsal faaliyetin tipi, boyutu, planlamaları göz önüne alınarak samimi ve saygılı bir pozisyonda yapılmalıdır. Ayrıca bölgesel ürün deseni farklılıkları, Merkez Birliği tarafından hesaba katılarak Bölge ve Birim Kooperatiflerine gereken destek verilmelidir.

Bugün dünyanın gelişmiş birçok ülkesinde, tarım kooperatifleri önemli ekonomik güç haline gelmişlerdir. Dünyada en büyük ciroya sahip kooperatifler, tarımsal kooperatiflerdir. Süt üretiminin Norveç’te yüzde 99’u, Almanya’da yüzde 82’si, ve Hollanda’da yüzde 88’i tarımsal kooperatifler tarafından gerçekleştirilmektedir (Mülayim, 2019). Bununla birlikte Türkiye’de tarım ürünleri piyasaları aracılarının egemenliğindedir (Özdemir ve ark., 2011). Hayvansal ürünlerde üreticiden nihai tüketiciye kadar ürün 6-7 kez, bitkisel ürünlerde 4-5 kez el değiştirmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu sayı 2-3’ü geçmemekte, aracı konumunda olanlar ise genellikle çiftçi örgütleri olmaktadır (Mülayim, 2019).

Tarım Kredi Kooperatiflerinin 2017 yılsonu itibarıyla, 17 Bölge Birliği ve 1625 Birim tarım kooperatifi bulunmaktadır (Anonim, 2018a). Bu kooperatiflerin faaliyetleri incelendiğinde, 4.994.289.607 TL’si indirimli kredi, 2.625.024.485 TL’si indirimsiz kredi olmak üzere 7.619.314.092 TL toplam kredi kullandığı anlaşılmaktadır (Anonim, 2017a,b). Öz kaynaklar, 2013 yılında 4.378.575.103 TL iken 2017 yılsonunda 6.436.388.295 TL’ye ulaşmıştır (Anonim, 2017c; Anonim 2018b). Ancak diğer bankalardan kullanılan kredi 2013 yılında 1.809.935.633 TL iken, 2017 yılında 3.887.655.328 TL’ye çıkmıştır (Anonim, 2018c). İşte bu durum kullandırılan kredinin % 51’nin T.C. Ziraat Bankası ve diğer bankalar kaynaklı olduğu anlamına gelmektedir.

Tarım Kredi Kooperatiflerinin finansman açısından T.C. Ziraat Bankasına bağımlılığı, Kooperatifler Bankası ya da ortak fon kaynakları oluşturarak, kaynak maliyetini aşağı çekmesi gibi çözüm önerilerinin değerlendirilmesi

gerektiği anlamına gelmektedir. Bu nedenlerle araştırmada, Tarım Kredi Kooperatiflerinin çok amaçlı faaliyetleri ortakların görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Bu itibarla, ortakların ihtiyaç ve önerileri, hangi konuya ne kadar yatırım yapılması gerektiğine gerçekçi boyuttan yön verecektir.

2. Materyal ve Metot

Araştırmada Tekirdağ Bölge Birliği Tekirdağ İli kooperatif ortakları ana kitleyi oluşturmaktadır. Bu itibarla, 43 birim kooperatifte, 18.190 ortaktan 13.747'si faal ortaktır. Örnek hacminin belirlenmesinde, oranlar için sınırlı ana kitle formülünden yararlanılmıştır. Formülde %99 güven aralığı, %10 hata payı ve ana kitleyi oluşturan faal kooperatif ortaklarının oranı (13.747/18.190) $p=0.76$ ve faal olmayan ortaklar $q=(1-p)=0.24$ olarak alınmış ve örnek hacmi aşağıdaki Eşitlik 1'e göre 121 ortak olarak bulunmuştur (Malhotra, 1999). Örneğe alınan kooperatif ortakları tesadüfi olarak belirlenmiştir.

$$n = \frac{N \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot \sigma_p^2 + p \cdot (1-p)} \quad (\text{Eş.1})$$

Formülde;

n : Örnek büyüklüğü,

N : İşletme sayısı, (kooperatifle çalışan toplam işletme sahipleri)

σ_p^2 : Oranın varyansı,

r : Hata (%10)

$Z_{\alpha/2}$: % 99 güven aralığında z cetvel değeri (2.58)

p : Faal işletme sayısının popülasyondaki oranını göstermektedir.

Geliştirilen anket çalışması, yüz yüze görüşme yoluyla gerçekleştirilmiştir. Anketlerde ortaklara faaliyetleriyle ilgili teknik, ekonomik ve sosyal yapısını yansıtan, örgütlenme ile ilgili üreticilerin görüş, yaklaşım ve taleplerini ortaya çıkarabilecek sorular seçilmiş ve Beşli Likert Ölçeği kullanılmıştır.

2.1. Korelasyon Analizi

Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi veya bir değişkenin iki veya daha çok değişken ile olan ilişkisini test etmek, varsa bu ilişkinin derecesini ölçmek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (Kalaycı, 2017). Korelasyon analizinde amaç; bağımsız değişken (x) değiştiğinde, bağımlı değişkenin (y) ne yönde değişeceğini görmektir. Korelasyon analizini yapabilmek için her iki değişkenin de sürekli olmaları ve normal dağılım göstermeleri gerekmektedir. Korelasyon analizi sonucunda, doğrusal ilişki olup olmadığı, varsa bu ilişkinin derecesi korelasyon katsayısı ile hesaplanır. Korelasyon katsayısı "r" ile gösterilir ve -1 ile +1 arasında değerler alır.

Çalışmada uygulanan çok amaçlı politikalar ile ortakların ekonomik, sosyal alanda beklentileri arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Tarım kredi kooperatiflerinin çok amaçlı faaliyetleri ortakların görüşleri doğrultusunda değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir.

2.2. Varyans Analizi ve Doğrusal Modelleme

Varyans analizi iki ya da daha fazla ortalama arasında fark olup olmadığı ile ilgili hipotezi test etmek için kullanılır. İki ortalama arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için t testi de kullanılabilir. Fakat t testi, ikiden fazla ortalamanın karşılaştırılması gerektiği durumlarda sorun yaşamaktadır. Varyans analizinde bağımlı ve bağımsız değişkenlerden bahsedilir. Bağımsız değişkenlere faktör adı verilir. Faktörlerin, bağımlı değişkenler üzerinde etkisi araştırılır. Bağımsız değişkenin kategorik, bağımlı değişkenin ise metrik olması gerekmektedir. Bunu bir örnek ile açıklayacak olursak;

Bağımsız Değişken: Cinsiyet (Erkek, Kadın) veya ortaklık süreleri

Bağımlı Değişken: Tarım Kredi Kooperatifi ortağının çok amaçlılık politikalarından memnuniyet düzeyi.

Bağımsız değişkenin ikiden fazla gruptan oluştuğu durumlarda vardır. Bir örnek verelim:

Bağımsız Değişken: Ortağın Kooperatifteki konumu (üye, denetçi, yönetim kur. üyesi, başkan)

Bağımlı Değişken: Çok amaçlılık politikalarından memnuniyet düzeyi

Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) en basit varyans analizidir. İki tane değişken vardır. Bunlardan birisi kategorik özellik gösteren bağımsız değişkendir. Diğer de metrik özellik gösteren bağımlı değişkendir. Bağımsız değişken içerisinde yukarıdaki örnekte olduğu gibi (kooperatifteki konumlar) iki veya daha fazla grup olabilir. Tek Yönlü ANOVA, bu gruplara göre, bağımlı değişkendeki ortalamalar arasında fark olup olmadığını test eder.

Ayrıca çıkan sonuçlar, varyans analizine tabi tutularak doğrusal bir model ilişki kurulmuştur.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Araştırma Kapsamındaki Ortakların Demografik Özellikleri

Araştırma kapsamında ortakların demografik özellikleri, *Tablo 1*'de gösterilmektedir. Ankete katılan ortakların, % 1'inin kadın olduğu anlaşılmaktadır. Ortakların % 89'u evli, % 11'i bekârdır. Bu bakımdan ortakların neredeyse 9/10'unun bakmakla yükümlü olduğu bir ailesinin olduğu ve onların geçimini sağladığı ortaya çıkmaktadır. Hiç çocuğu olmayan ortaklar % 17'dir. Ortaklar en fazla % 65'le 2 çocukludur. Ortakların %66'sı 46 yaş ve üzeri iken % 1'i 18-25 yaş aralığındadır. Yani Tarım Kredi Kooperatifleri ortakları çoğunlukla orta yaş üzeridir. Eğitim düzeyleri % 57 ile çoğunlukla ilköğretim iken, ön lisans ve lisans mezunu ortakların toplam oranı % 12'dir.

Tablo 1. Kooperatif ortaklarının demografik özellikleri
Table 1. Demographic characteristics of cooperative members

Cinsiyet	Sayı	%	Yaş Grupları	Sayı	%
Erkek	120	99.2	18-25 yaş aralığı	1	0.8
Kadın	1	0.8	26-35 yaş aralığı	9	7.5
Medeni Durum	Sayı	%	36-45 yaş aralığı	31	25.6
Evli	108	89.3	46 ve üstü	80	66.1
Bekar	13	10.7	Eğitim Seviyesi	Sayı	%
Çocuk Sayıları	Sayı	%	İlköğretim	69	57.0
Çocuksuz ortaklar	20	16.5	Ortaöğretim/Lise	38	31.4
1-2 çocuk sahibi ortaklar	79	65.3	Ön lisans	8	6.6
3 ve üzeri çocuk sahibi ortaklar	22	18.2	Lisans	6	5.0

Tablo 2'de ankete katılan ortakların bir yılsonunda elde ettikleri net gelir düzeyleri, kooperatife ortaklık süreleri ve köyde sürekli yaşayıp yaşamadıkları verilmiştir. Buna göre, ortakların % 55'i 2.000 - 4.999 TL yıllık net gelir aralığına sahiptir. Ortakların % 36'sının 21 yıl ve üzeri süreden beri kooperatif ortaklığı devam etmekte olup, % 57'si köyde sürekli ikamet etmektedir.

Tablo 2. Kooperatif ortaklarının tarımsal gelirleri, ortaklık süreleri ve köyde sürekli yaşama durumları
Table 2. Agricultural income, partnership, live in the village of the cooperative members

Yıllık Tarımsal Net Gelir Aralığı (TL)	Sayı	%	Kooperatife Ortaklık Süreleri	Sayı	%
<1.999 TL	17	14.0	1 Yıldan Az Bir Süre	2	1.7
2.000 TL - 4.999 TL	67	55.4	1-5 Yıl	16	13.2
5.000 TL ve üzeri	37	30.6	6-10 Yıl	17	14.0
Köyde Yaşama Durumu	Sayı	%	11-15 Yıl	16	13.2
Köyde sürekli yaşıyorum	69	57	16-20 Yıl	26	21.5
Köyde sürekli yaşamıyorum	52	43	21 Yıl ve üzeri	44	36.4

Türkiye'de ortalama işletme büyüklüğü 6.1 hektardır. İşletme başına 4-5 parsel düşmekte olup, ortalama parsel büyüklüğü 1.5 hektardır. Yine TÜİK verilerine göre işletmelerin % 78.9'u 10 hektardan küçük araziye sahiptir. Bu işletmelerin tasarrufunda bulundurduğu arazi ise toplam arazinin % 34.3'ünü oluşturmaktadır.

Ankete katılan ortakların arazi büyüklüğü ve yüzdelik payları *Tablo 3*'de gösterilmektedir. Buna göre, ortakların % 35'i 21 ile 100 da arasında araziye sahip iken % 14'ü 501 da ve üzeri araziye sahiptir. Elde edilen rakamlar, Türkiye ortalaması (100 da'dan küçük işletmelerin oranı olan % 79) ile kıyaslandığında, araştırmada bu oranın % 40' olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Ortakların arazi büyüklüğü
Table 3. Land size of members

Arazi Büyüklüğü	Sayı	%
20 da'dan az	6	5.0
21-100 da arası	42	34.7
101-250 da arası	29	24.0
251-500 da arası	27	22.3
501 da ve üzeri	17	14.0

Araştırma sonucunda ortakların hayvan varlıkları değerlendirildiğinde, % 12.4'ü 1-10 arasında büyükbaş hayvana, % 4.2'si 51-100 arasında küçükbaş hayvana, % 8.3'ü ise 10-50 arasında kümes hayvanına sahip bulunmaktadır.

3.2. Ortakların Tarım Kredi Kooperatifinden Memnuniyet Durumu

Ankete katılan ortaklara, Tarım Kredi Kooperatifi ortağı olmalarının işlerini kolaylaştırıp kolaylaştırmadığı sorulmuş ve % 92'si kooperatif ortağı olmalarının işlerini kolaylaştırdığını bildirmişlerdir.

“Tarım Kredi Kooperatiflerinin faiz oranlarını yeterince düşük bulmuyorum.” sorusuna alınan yanıtlar *Şekil 1*'de gösterilmiştir. Ortakların % 67'sinin (Katılıyorum %39.7 Kesinlikle katılıyorum %27.3) Tarım Kredi Kooperatiflerinin faiz oranlarını yeterince düşük bulmadıkları görülmektedir. Bu sonuç, Tarım Kredi Kooperatiflerinin Kooperatifler Bankası ya da ortak fon kaynakları oluşturarak, kaynak maliyetini aşağı çekmesi gibi çözüm önerilerinin değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Tarımsal girdilerini Tarım Kredi Kooperatiflerinden kolaylıkla sağlayan ortakların yüzde oranları *Tablo 4*'de belirtilmiştir.

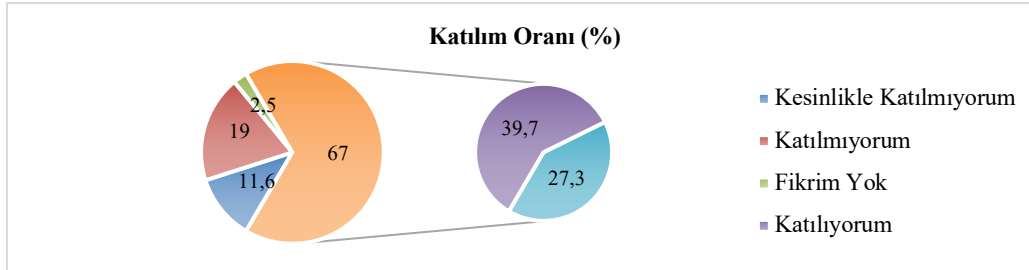


Figure 1. Opinion of interest rate of members

Şekil 1. Ortakların Faiz oranları hakkındaki görüşleri

Tablo 4. Tarımsal girdileri Tarım Kredi Kooperatiflerinden sağlama kolaylığı

Table 4. Members easy providing agricultural inputs from Agricultural Credit Cooperatives

Tarımsal girdileri sağlama kolaylığı (1den 5 e kadar)	Frekans	Yüzde, %
1	5	4.1
2	7	5.8
3	6	5.0
4	70	57.9
5	33	27.3
Toplam	121	100.00

Tarımsal girdilerini Tarım Kredi Kooperatiflerinden kolaylıkla sağlayabildiğini dile getiren ortakların oranı % 85'dir. Ulaşılan sonuç çok iyi düzeydedir. Buradan ortakların, ortağı oldukları kooperatife erişim ve ihtiyaç başvurusu halinde talebinin yerine getirilmesinde çok büyük engellerle karşılaşmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Ancak şu da hatırlatılmalıdır ki, teminatların yerine getirilmesi hallerinde, talep edilen girdi ve ürünler kredilendirilebilmektedir.

Ortak çiftçilerin nakit kredi, gübre, zirai ilaç, zirai alet-makine ve ekipmanları, yem, tohumluk, akaryakıt, damızlık hayvan, zaruri tüketim maddeleri vb. ihtiyaçlarını tedarik eden kuruluş, bu alanlarda piyasanın oluşmasında ve fiyat istikrarında önemli bir yere sahip olmak zorundadır.

Tarım Kredi Kooperatiflerinden kredi ihtiyacını hiçbir ayırım gözetilmeden rahatlıkla sağlayabildiğini düşünen ortakların oranı % 90'dır. Çıkan sonuç, kooperatifçiliğin ortağın demokratik katılımı ilkesine riayet edildiği sonucunu ortaya koymaktadır. Diğer bir ifadeyle bu konuda yüksek memnuniyet olduğu anlaşılmaktadır. Tabi ki burada ayırmadan kasıt, kredi mevzuatına uygun şartları taşıdığı ve potansiyeli olduğu görülen ortakların gördüğü muameledir. Kredi mevzuatı şartlarını taşımayan ve tarımsal üretim amacında olmayan kişiler elbette ortaklık şartlarını sağlayana kadar mevcut hizmetlerden yararlanamazlar.

Benzer alanda bölgede Özdemir (2005) yapmış olduğu "Tekirdağ İlinde Tarımsal Kooperatiflerde Kooperatif Ortak İlişkileri" adlı çalışmasında, Tarım Kredi Kooperatifleri ortakları içinde, gelirlerin artmasında kooperatiflerin bir rolü olduğuna inanan ortakların tamamı (kooperatif ortaklarının % 60'ı), tarımsal girdileri daha ucuza sağlayarak kooperatiflerin, gelirlerini arttırdığını savunmuşlardır. Tarım Kredi Kooperatifi ortakları % 70 oranında, kendi kooperatiflerini ekonomik güç ve çiftçiye hizmet açısından önemli bulduklarını belirtmişlerdir.

3.3. Ortakların Tarım Kredi Kooperatiflerinin Çok Amaçlılık Politikaları Hakkında Görüşleri

"Tarım Kredi Kooperatiflerinin birçok faaliyeti bir arada yürütmesini doğru buluyorum." Önermesine ortakların katılma durumları Şekil 2'de gösterilmiştir. Tarım Kredi Kooperatiflerinin birçok faaliyeti bir arada yürütmesini doğru bulan ortakların oranı % 77 olarak ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuç, Tarım Kredi Kooperatifleri faaliyetlerinin, ortaklarca olumlu karşılandığının önemli bir göstergesidir. Bu çalışmada yapılan varyans analizi ve korelasyon analizleri sonuçlarında da çok amaçlı faaliyetler olumlu olarak yorumlanmaktadır.

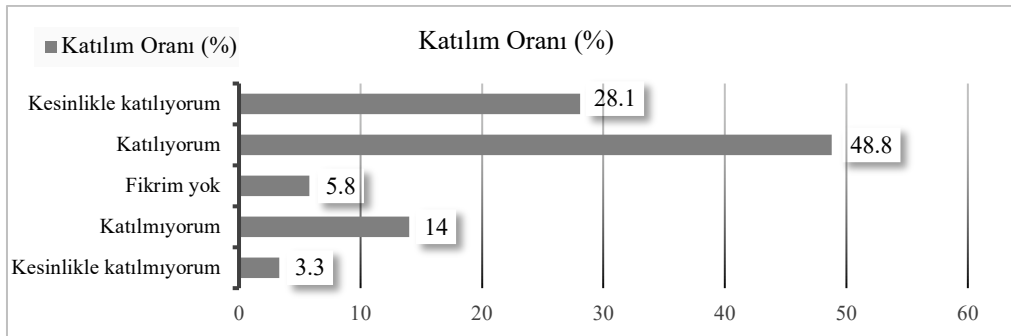


Figure 2. Partners' evaluation of the multipurpose activities of Agricultural Credit Cooperatives
Şekil 2. Ortakların Tarım Kredi Kooperatiflerinin çok amaçlılık faaliyetlerini değerlendirmesi

3.4. Korelasyon Analizi ve Sonuçları

Çalışmada uygulanan çok amaçlı politikalar ile ortakların ekonomik, sosyal alanda beklentileri arasındaki ilişki korelasyon analizi yapılarak değerlendirilmiştir (Tablo 5).

Korelasyon katsayısı 0.298 değeri, 0.01'den büyük çıktığı için çok amaçlı politikalarla çiftçilerin işlerinin kolaylaşması arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Projelere katılma ile işlerin kolaylaşması arasında 0,408 değerine göre pozitif yönlü oldukça iyi ilişki gözlemlenmiştir.

Korelasyon katsayısı 0.412 değeri, 0.01'den büyük çıktığı için çok amaçlı politikalarla (birçok faaliyeti bir arada yürütme ile) yönlendirme yapıldığında, projelere katılma kararı (sosyal beklenti) arasında pozitif yönlü ilişki olup, bu ilişki bir önceki hipotezde "işleri kolaylaştırmaya" (ekonomik beklenti) göre daha kuvvetlidir.

Tablo 5. Korelasyon Analizi Sonuçları
 Table 5. Correlation Analysis Results

Gruplar		İşimi Kolaylaştırma	Birçok Faaliyeti Yürütme	Projelere Katılma	Eğitim Durumu	Ortaklık Süresi
İşimi Kolaylaştırma	Korelasyon katsayısı	1.000	0.298**	0.408**	0.305	0.071
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.001	0.000	0.001	0.438
	N	121	121	121	121	121
Birçok Faaliyeti Yürütme	Korelasyon katsayısı	0.298**	1000	0.412 **	-0.081	0.271**
	Sig. (2-tailed)	0.001		0.000	0.377	0.003
	N	121	121	121	121	121
Projelere Katılma	Korelasyon katsayısı	0.408**	0.412**	1.000	-0.031	0.364**
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.732	0.000
	N	121	121	121	121	121
Eğitim Durumu	Korelasyon katsayısı	0.305	-0.081	-0.031	1.000	-0.229
	Sig. (2-tailed)	0.001	0.377	0.732	0.000	0.011
	N	121	121	121	121	121
Ortaklık Süresi	Korelasyon katsayısı	0.071	0.271**	0.364**	-0.229	1.000
	Sig. (2-tailed)	0.438	0.003	0.000	0.011	0.000
	N	121	121	121	121	121

** Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

* Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

Diğer taraftan, ortaklık süreleri ile projelere katılım arasında 0.364 değerinden hareketle, 0.01 korelasyon düzeyinde pozitif yönlü bir bağıntının olduğu anlaşılmaktadır. *Tablo 5'* den de görüldüğü gibi, çok amaçlılık politikalarıyla (birçok faaliyetin bir arada yürütülmesi) işlerin kolaylaşması arasında, eğitim durumunun olumsuz etki yapmadığı 0.305 değerinden anlaşılmaktadır. Ancak eğitim durumuyla birçok faaliyetin bir arada yürütülmesi ele alındığında, -0.081 katsayısı (0.01'den negatif yönde büyük) negatif ve zayıf bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.

- Korelasyon katsayısının işareti pozitifse, değişkenlerden birinin değeri artarken (azalırken) diğerinin de arttığını (azaldığını) gösterir.
- Korelasyon katsayısının işareti negatifse, değişkenlerden birinin değeri artarken (azalırken) diğerinin değerinin azaldığını (arttığını) gösterir. Yani ters yönlü bir ilişki söz konusudur.

Korelasyon katsayısı (pearson correlation) 0.271 olduğundan ve 0.01 sınır değerinden (significant) büyük olduğundan ortaklık süreleriyle, birçok faaliyeti bir arada yürütme arasında normal pozitif yönlü bir ilişki vardır.

3.5. Varyans Analizi ve Doğrusal Modelleme Sonucu

Bu çalışmada tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ayrıca çıkan sonuçlar, varyans analizine tabi tutularak doğrusal bir model ilişki kurulmuştur (*Tablo 6*).

Bağımsız Değişken: Cinsiyet (Erkek, Kadın) veya ortaklık süreleri

Bağımlı Değişken: Tarım Kredi Kooperatifi ortağının çok amaçlılık politikalarından memnuniyet düzeyi.

Bağımsız değişkenin ikiden fazla gruptan oluştuğu durumlarda vardır. Bir örnek verelim:

Bağımsız Değişken: Ortağın Kooperatifteki konumu (üye, denetçi, yönetim kur. Üyesi, başkan)

Bağımlı Değişken: Çok amaçlılık politikalarından memnuniyet düzeyi

Tablo 6. Varyasyon Analizi Sonuçları

Table 6. Variation Analysis Results

Model	Standart Olmayan Katsayılar (Unstandardized Coefficients)	Standart Katsayı (Standardized Coefficients)		t değeri	Sig. (Önem Derecesi Değeri)
	B	Standart Hata (Std.Error)	B		
Sabite (Constant)	2.853	0.351	0	8.128	0.000
Birden çok faaliyetin gelirleri arttırmada katkı sağlaması	0.272	0.093	0.260		0.004

Yukarıdaki tabloya göre, ortak etmen katsayılarından (coefficients) elde edilen modelin tahmin sonucu aşağıdaki gibidir:

$$Y=2.853+0.272X$$

Burada Y gelir düzeyindeki artışı X ise birçok faaliyetin bir arada yürütülmesi anlamına gelmektedir. İstatistiksel ilişki anlamlıdır.

4.Sonuç

Yapılan çalışmada Tarım Kredi Kooperatifleri ortaklarının çoğunlukla orta yaş üzeri ve eğitim düzeyinin düşük olduğu belirlenmiştir. Bölgede küçük işletmelerin oranı %40 ile Türkiye ortalaması %79'dan az olduğu görülmüş, böylece daha yeterli işletme büyüklüğüne sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Kooperatiflerin rasyonel birer işletme olarak varlıklarını sürdürebilmeleri ve ortaklara sunulan hizmetlerde uzmanlaşabilmeleri için potansiyeli düşük kooperatiflerin birleştirilmeleri ve çeşitli alanlarda uzmanlaşmış yeterli sayıda personel ve araç-gereçle desteklenmeleri gerekmektedir.

Tarımsal girdilerin doğaya zarar vermeden kullanılması ve yan etkilerin minimuma indirilmesini hedefleyen çiftçi bilinçlendirme ve teknik destek eğitimlerine daha fazla önem verilmesi gerekmektedir. Anket uygulamaları sırasında ortakların %80 ila 90'ı, kooperatiflerdeki ürün değerlendirme faaliyetlerini geliştirme yönünde fikir beyan etmişlerdir. Birim kooperatiflerin, alınan ürünlerin fiyatlandırılması, depolanması, sevkiyatı veya pazarlanması gibi faaliyetleri tek başlarına yürütebilmeleri mümkün olmadığından üst birlikler bu konuda, alım istasyonu oluşturma ve işleme gibi konularda öncü girişimlerde bulunmalıdır. Bölge birlikleri ve Merkez Birliği tarafından, ortakların ürünlerinin iç ve dış piyasalarda değerlendirilmesine dönük entegre üretim ve pazarlama ağı oluşturulmalıdır.

Ortaklar Tarım Kredi Kooperatiflerinin kredi faiz oranlarını yeterince düşük bulmamaktadır. Bu sonuç, Tarım Kredi Kooperatiflerinin Kooperatifler Bankası ya da ortak fon kaynakları oluşturarak, kaynak maliyetini aşağı çekmesi gibi çözüm önerilerinin değerlendirilmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Dünyada önde gelen tarım amaçlı kooperatiflerin tümünün sahibi oldukları kooperatif bankaları bulunmaktadır. Uluslararası Kooperatif Bankaları Birliği'ne göre kooperatif bankası, ihtiyaç duyulan kredi ve diğer bankacılık hizmetlerine daha uygun koşullarla ulaşmak üzere, genellikle aynı yerleşim yerinde yaşayan ve aynı işi yapan kişiler tarafından, kooperatif ilkelerine göre kurulan ve yönetilen bir kuruluştur. Kooperatif bankası konusu, Türkiye genelinde yaklaşık 1 milyon ortağı bulunan Tarım Kredi Kooperatiflerini, dünyadaki türdeşlerinden ayıran en önemli eksikliklerdir. Bu nedenle, tarım kredi kooperatiflerinin bir banka kurarak mevduat toplama, kredi işlemleri ve sigortacılıkta tarımsal kesimin öncü kuruluşu olmayı hedeflemesi gerekmektedir. Kooperatif bankasının kurulması, tarım kredi kooperatiflerinin kredi kaynaklarının yeterli düzeye gelmesi ve mali bağımsızlığına kavuşması açısından da önemlidir.

Birden fazla hizmet ve faaliyet yürütme ile tarımın finans maliyetlerini alt düzeye çekmek amaçlanmalıdır. Profesyonel ve işini severek yapan kadrolarla ortak-kooperatif iletişimi hızlanacak ve kooperatif ile üretim sahası birbirini tamamlayarak sinerji artacaktır. Bu itibarla, ortakların ihtiyaç ve önerileri, hangi konuya ne kadar yatırım

yapılması gerektiğine gerçekçi boyuttan yön verecektir. Ayrıca çok amaçlı politikalar, tarımın desteklenmesi odaklı olmalıdır. Diğer yönde amaç, tarımdaki fiyat ve üretim istikrarını korumaktan uzaklaşacaktır.

Bu bakımdan, Tarım Kredi Kooperatifleri; kooperatif ortaklarıyla, tasarruf sahipleri ya da kredi kuruluşları arasında aracılık yapmakta ve küçük üreticinin tek başına alamadığı krediyi ona maliyet fiyatına sağlamayı amaçlamaktadır. Günümüzde ise, tedarik ve ürün değerlendirme kollarında faaliyet göstererek sadece nakdi ihtiyaçları sağlayan bir kuruluş olmadığını, orta ve büyük ölçekteki üreticilere de ulaşarak, düşük komisyon ve gelire çiftçi için bir alternatif olmaya çalışmaktadır.

Bilinçsiz tarımsal yatırım, geriye dönmesi zorlaşan kredi anlamına gelir. Bu yüzden, kredili satış sonrası ortak faaliyet takibi önemlidir. Diğer bir açıdan satış sonrası hizmet, çok amaçlı politikaların bütünlük ve optimizasyonuna pozitif etki yapacaktır. Çok amaçlı politikalarda, bir hammadde veya ürün konusunda kooperatife gelen ortak, diğer ihtiyacını da aynı yerden uygun koşulda sağlayabildiği takdirde kooperatife bağlılık derecesi artabilecektir.

Sonuç olarak, çalışmada Tarım Kredi Kooperatiflerinin birçok tarımsal faaliyeti bir arada yürütmesinin, ortaklar tarafından olumlu karşılandığı ancak bilinçli bir faaliyet politikası sergilemenin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Tarım Kredi Kooperatiflerinin ortakları bu kooperatifleri işlerini yürütmede önemli bir araç ve iyi bir alternatif finans kaynağı olarak görmektedirler. Tarım Kredi Kooperatiflerinin, nakdi ve aynı kredi vermenin ötesinde, çok yönlü kooperatif şekline doğru ilerleyen ve bu gücünü 1581 sayılı kanundan alan eğilim, ortaklarınca kabul görmüş ve son yıllarda tam anlamıyla gerçekleşmiştir. Ancak tam demokratik yapıya kavuşabilmesi için kurulacak olan Kooperatifler Bankası içinde etkin yerini almalı ve iyi bir alternatif olma özelliğini daha avantajlı olarak sunmaya gayret etmelidir.

Kaynakça

- Anonim. (2011). Tarım Kredi Kooperatifleri 2011-2023 Dönemi Strateji Belgesi ve Eylem Planı. Kalkan Matbaacılık San. Ve Tic. Ltd. Şti. Ankara.
- Anonim (2015). Türkiye Kooperatifçilik Raporu 2014, Ağustos-2015, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı.
- Anonim (2017a). Ziraat Bankası Tarımsal Krediler Faiz İndirim Oranları. Ziraat Bankası web sitesini. www.ziraat.com.tr
- Anonim (2017b). <http://www.tarimkredi.org.tr/index.php>
- Anonim (2017c) www.ebrd.com EBRD Mikro & Kobi Finans Programı Tarım Sektörü Raporu Ocak-Mart 2017 (erişim tarihi, 10.02.2018)
- Anonim (2018a). Tarım Kredi Kooperatifleri web sitesi. www.tarimkredi.org.tr
- Anonim (2018b) iletisim@tarimkredibirlik.com.tr, (erişim tarihi 15.02.2018)
- Anonim (2018c) bilgi@tarekshayvancilik.com.tr (erişim tarihi, 10.02.2018)
- Everest, B., Yercan, M. (2016). Kooperatif Ortaklarının Kooperatif Yönetimine Katılma Durumları ve Eğilimleri: Tarım Kredi Kooperatifleri Balıkesir Bölge Birliği Örneği, Uluslararası Avrasya Ekonomileri Konferansı, Kaposvar, Macaristan, 29 - 31 Ağustos 2016, ss.519-526
- Kalaycı,Ş. (2017) SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayınları 8. Baskı.
- Malhotra, N.K. (1999). Marketing Research, Prentice-Hall International, New Jersey, 864p
- Mülayim, Z.G. (2019). Kooperatifçilik. Yetkin Yayınları. 655 s. Ankara.
- Özdemir, G.(2005). Cooperative- Shareholder Relations in Agricultural Cooperatives in Turkey, Journal of Asian Economics, 16(2) 315-325.
- Özdemir, G., Keskin., G., Özudoğru, H. (2011). Türkiye’de Ekonomik Krizler ve Tarımsal Kooperatiflerin Önemi Economic Crisis In Turkey And The Important of Agricultural Cooperatives. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi , 8 (1) , 101-113. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf/issue/19043/201422>.
- Özdemir, G. (2016). Kooperatifçilik. Nobel Akademik Yayıncılık, İstanbul.
- Yılmaz, E., Özdemir, G., Oraman, Y., Unakıtan, G., Konyalı, S. (2019). Tarımsal Üretimde Kadınların Karar Alma Süreçlerine Katılımı ve Kooperatiflerden Beklentileri . Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi , 16 (1) , 71-81 . DOI: 10.33462/jotaf.517029

Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinde Tuz (NaCl) Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi


Determination of The Effects of Salt (NaCl) Stress on Germination in Some Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties


Fevzi ALTUNER^{1*}, Erol ORAL², İshak BARAN³


Öz

Bu araştırma üç arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşidine (Kral-97: Ç1- Altikat: Ç2 ve Larende:Ç3) uygulanan bazı NaCl (kontrol (0)-50-100-150-200 mM) dozlarının, tohumların çimlenme özellikleri ve fide parametreleri üzerindeki etkilerini incelemek üzere gerçekleştirilmiştir. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölüm Laboratuvarında 2019 yılında yürütülen bu çalışmada Faktöriyel Düzende Tesadüf Parselleri Deneme Deseni uygulanmış ve 4 tekerrürlü olarak petrilere gerçekleştirilmiştir. Araştırmada tuz stresi altındaki arpa çeşitlerinin çimlenme gücü (%), çimlenme oranı (%), çimlenme indeksi (%), ortalama çimlenme süresi (gün), hassaslık indeksi (%), kök uzunluğu (cm), gövde uzunluğu (cm), yaş kök ağırlığı (mg), yaş gövde ağırlığı (mg), kuru kök ağırlığı (mg) ve kuru gövde ağırlığı (mg) gibi çimlenme ve fide özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre çimlenme parametreleri yönünden; çeşitlerin sadece ortalama çimlenme indeksi ve çimlenme süresi üzerindeki etkileri ve oluşan farklar önemli bulunmuştur. Tuz dozlarının bütün çimlenme parametreleri üzerindeki etkileri ve oluşan farklar önemli bulunmuştur. Çeşitler ve NaCl interaksiyonlarının ise tüm parametrelerde oluşan farklar üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur. Ortalamalara göre en düşük çimlenme gücü ve çimlenme oranlarının 150 mM NaCl uygulamalarından alındığı ve bu nedenle bu iki özelliğin kontrole (0) göre % 15.56 oranında düştüğü görülmüştür. Fide parametreleri yönünden, çeşitlerin gövde uzunluğu üzerindeki etkileri önemsiz, geriye kalan tüm parametreler üzerindeki etkileri önemli bulunmuşken, tuz dozlarının ve çeşitler ile NaCl interaksiyonlarının tüm parametrelerde oluşan farklar üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur. Artan tuz dozlarının bütün parametreler üzerinde olumsuz etkide bulunduğu gözlenmiştir. Tuz dozu ortalamalarına göre, kontrol grubuyla kıyaslandığında tuz uygulamalarından en fazla etkilenen özelliğin ortalama çimlenme süresi (% 82.1), en az etkilenen özelliğin ise kök yaş ağırlığı (% 28.7) olduğu görülmüştür. Larende çeşidinin tüm özellikleri yönünden tuza daha dayanıklı bir performans gösterdiği bunu genel olarak Kral-97 çeşidinin takip ettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Hordeum vulgare* L., NaCl dozları, Çimlenme özellikleri, Fide parametreleri, Abiyotik stres

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Fevzi ALTUNER, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevas MYO, Van-Türkiye. E-mail: fevzialtuner@yyu.edu.tr 
OrcID: 0000-0002-2386-2450

²Erol ORAL, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van-Turkey. E-mail: eroloral65@gmail.com 
OrcID: 0000-0001-9413-1092

³İshak BARAN, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü. E-mail: ishakbrn571@gmail.com 
OrcID: 0000-0002-6299-8043
Atıf/Citation: Altuner, F., Oral E., Baran İ. Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinde Tuz (NaCl) Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 39-50.

Abstract

This study was carried out on the germination properties and seedling parameters effects of some NaCl doses (control (0) -50-100-150-200 mM) applied to three barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars (Kral-97: V1 - Altikat: V2 and Larende: V3). The study was carried out in the Laboratory of field crops Department of the Faculty of Agriculture of Van Yuzuncu Yil University in 2019 according to the experiment two way completely randomized design in petri dishes with 4 replications. In this study, germination and seedling characteristics of the barley cultivars under salt stress such as germination power (%), germination rate (%), germination index (%), average germination time (days), sensitivity index (%), root length (cm), stem length (cm), fresh root weight (mg), fresh stem weight (mg), dry root weight (mg) and dry stem weight (mg) were investigated. According to results of germination parameters; the effects of cultivars on germination rate and average germination time were significant. The effects of salt doses on all germination parameters were significant. The effects of varieties and NaCl interactions on the differences in all parameters were significant. According to the average, the lowest germination power and germination rates were taken from 150 mM NaCl applications and therefore it was observed that these two properties decreased by 15.56% compared to control (0). The effects of salt doses and interactions between varieties and salt doses on all parameters were significant, while the effects of varieties other than hypocotyl length were insignificant and the effects on all remaining parameters were significant. Increased salt doses have been observed to have a negative effect on all parameters. According to Salt dose averages, compared to the control group, the most affected trait from salt applications was the average germination time (82.1%) and the least affected trait was the root age weight (28.7%). It was determined that the Larende cultivar had a more salt-resistant performance in terms of all its properties, followed by the Kral-97 variety in general.

Keywords: *Hordeum vulgare* L., NaCl doses, Germination properties, Seedling parameters, Abiotic stress

1. Giriş

Geniş adaptasyon kabiliyeti nedeniyle Dünya’da ve Türkiye’de geniş bir alanda tarımı yapılan arpa, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Altuner ve ark., 2018). Tanesindeki yüksek β -glukan içeriği sebebiyle besinsel lif olarak kullanılabilmesi (Altan ve ark., 2006; Ghaffarzaghan ve ark., 2018), yüksek protein içeriği nedeniyle hayvan besiciliğinde tercih edilmesi ve malt sanayinde de önemli bir hammadde olması (Taşçı ve Bayramoğlu, 2017) arpa için geniş bir kullanım alanı oluşturmaktadır. Dünya’da 46.9 milyon ha alandan 141.3 milyon ton arpa üretilirken (FAO, 2017), Türkiye’de 2.29 milyon ha alanda 6.7 milyon ton arpa üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2017).

Arpanın tuzlu topraklara karşı yüksek toleransının (Mian ve ark., 2011) yanında, daha erkenci olması ve kuraklığa karşı direnci (Ahmed ve ark., 2016) gibi diğer tahıllara göre bir takım avantajlı yönleri bulunmaktadır (Çölkesen ve ark., 2002).

Biotik ve abiyotik olmak üzere ikiye ayrılan stres (Rejeb ve ark., 2014), bitkilerde büyüme ve gelişmeyi önemli ölçüde engellemekte özellikle çimlenme sürecinde çok olumsuz etkilerde bulunmaktadır (Yıldız ve ark., 2017; Dadaşoğlu ve Ekinci, 2013). Doğrudan etkisini osmotik ve iyon stresi oluşturarak gösteren tuzluluk (Çakmakçı ve Dallar, 2019), özellikle tuza hassas olan glikofit bitkilerin büyümesini ve verimliliğini azaltan en önemli biyotik stres faktörlerinden biridir (Horie ve ark., 2012). Dünyada 831 ha tarım alanı tuzluluk problemiyle karşı karşıya iken (Metwali ve ark., 2014), Türkiye’de bu miktar 1.5 milyon hektardır (Aras ve Keskin, 2018; Demirbaş ve Balkan, 2018). Pek çok fizyolojik ve biyokimyasal olayın bozulmasına yol açan tuzluluk bitkilerde su ilişkileri, iyonik homeostazi, gaz değişimi ve mineral alımını tahrip etmektedir (Machado ve Serralheiro, 2017; Ali ve ark., 2017).

Tuza toleransı en fazla olan bitkilerden biri olduğu halde, arpa bitkisinde de tuz stresi en fazla çimlenme ve çıkış dönemlerinde olumsuz etki yapmaktadır (Kalaji ve ark., 2011; Parihar ve ark., 2015).

Tuzluluk probleminin yüksek olduğu alanlarda toleransı yüksek çeşitlerin bilinerek tercih edilmesi yüksek verim alınmasında etkili olmaktadır. Bu çalışma, Türkiye’de arpa yetiştiriciliğinde önemli olan Kral-97, Altıkat ve Larende çeşitlerinin çimlenme ve fide dönemlerinde farklı tuz dozlarına tepkilerini belirlemek üzere yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölüm Laboratuvarında 2019 yılında yürütülen bu çalışma Faktöriyel düzende Tesadüf Parselleri Deneme Deseni’ ne göre 4 tekerrürlü olarak petrilere gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan arpalardan Kral-97 (altı sıralı) özel sektörden, Altıkat (altı sıralı) GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden ve Larende (iki sıralı) Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden temin edilmiştir.

Araştırmada üç arpa çeşidi (Kral-97: Ç1, Altıkat: Ç2 ve Larende: Ç3), beş farklı tuz (NaCl) dozu (kontrol (0)-50-100-150 ve 200 mM) ve 4 tekerrür olmak üzere toplam 60 petri kullanılmıştır. Arpa tohumları önce % 20 (vol/vol) sodyum hipoklorid ile önce 5 dk, ardından 1 saniye süreyle % 70’lik alkol (vol/vol) ile sterilize edilmiştir. Bunun arkasından 7 kez saf sudan geçirilerek steril kabın içinde kurumaya bırakılmıştır (Tunçtürk ve ark., 2019). Denemede tohumların nem içeriği % 12-13 oluncaya kadar 12 saat boyunca $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de karanlık koşullarda bekletilmiştir. Bekleme süresi sonrasında tohumlar süzülüp 9 cm çapındaki petrilere iki kat kurutma kâğıdı yerleştirilerek aralarına 20 adet tohum konulmuştur. Daha sonra değişik derişime sahip NaCl solüsyonlarından (0, 50, 150, 150 ve 200 mM) 5 doz hazırlanmış ve kontrolde kullanılan petrilere tohumların su ihtiyacı için 5 ml saf su uygulanmıştır. Bundan sonra petrilere çimlenme ve çıkış testi için $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta inkübatöre konulmuştur. Tohumların başlangıç testleri için ISTA kurallarından faydalanılmıştır (Milivojević ve ark., 2018). Çimlenmede uygulanan testler için çift katlı kurutma kâğıtları arasına yerleştirilerek 4 x 20 tohum üzerinden 14 gün sürdürülmüştür (Miano ve ark., 2015).

Bu çalışmada; çimlenme oranı (%), çimlenme gücü (%), çimlenme indeksi (%), ortalama çimlenme süresi (cm), hassaslık indeksi (%), kökçük uzunluğu (cm), gövde uzunluğu (cm), kökçük yaş ağırlığı (mg), kökçük kuru ağırlığı (mg), gövde yaş ağırlığı (mg) ve gövde kuru ağırlığı (mg) değerleri tespit edilmiştir. Petrilere tohumların ekiminden 7 gün sonra çimlenme oranı, 14 gün sonra ise çimlenme gücü belirlenmiştir. Yaş örnekler fırında 70°C sıcaklıkta 24 saat kurutulduktan sonra kuru kök ve kuru gövde ağırlıkları bulunmuştur (Tunçtürk ve ark., 2019).

Çimlenme oranı (ÇO) için (Eş.1), Akıncı ve Çalışkan (2010), çimlenme indeksi (Çİ) için (Eş.2), Kumar ve ark., (2013), ortalama çimlenme süreleri (OÇS) için (Eş.3), Park ve ark. (2013) ve hassaslık indeksi (Hİ) içinse (Eş.4), Askari ve ark. (2016) eşitlikleri kullanılmıştır.

$$CO = 14 \text{ gün sonra çimlenen tohum miktarı} / \text{Ekilen toplam tohum sayısı} \quad (\text{Eş.1}).$$

$$CI = \Sigma (\text{Günlük çimlenen tohum oranı} / \text{Gün sayısı}) \quad (\text{Eş.2}).$$

$$OCS = \Sigma(fx) / \Sigma f \quad f = \text{çimlenen tohumların sayısı}, x = \text{çimlenme süresi} \quad (\text{Eş.3}).$$

$$HI = OCS (\text{tuz uygulamalarında}) / OCS (\text{kontrol uygulamalarında}) \quad (\text{Eş.4}).$$

Verilerin istatistiki analizleri için COSTAT (sürüm 6.303) paket programı kullanılmış ve çoklu karşılaştırmaları ise LSD (0.05) testi ile belirlenmiştir (Düzgünes ve ark. 1987; Tunçtürk ve ark., 2019).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Üç arpa çeşidinin (Ç1, Ç2 ve Ç3) tohumlarına uygulanan beş tuz (kontrol (0)-50-100-150 ve 200 mM) (NaCl) dozlarının bitkilerde çimlenme ve fide özellikleri üzerine etkileri incelenmiş ve sonuçları aşağıda tartışılmıştır.

3.1. Çimlenme özellikleri üzerine etkileri

Arpa çeşitlerine uygulanan tuz (NaCl) dozlarının bazı çimlenme parametreleri üzerine etkileri Tablo 1'de görülmektedir. Buna göre çeşitlerin sadece çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresi üzerindeki etkileri önemli olarak belirlenmiştir. Tuz (NaCl) dozlarının ve Ç x NaCl interaksiyonlarının ise bütün çimlenme özellikleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur.

3.1.1. Çimlenme oranı ve çimlenme gücü üzerine etkileri (%)

Çimlenme oranı ve çimlenme gücü verileri aynı şekilde olduğu için birlikte değerlendirilmiştir. Tablo 1'e göre çeşitlerin ortalamalarına göre çimlenme güçleri ve çimlenme oranları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur.

Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre çimlenme oranları ve güçleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Buna göre çimlenme oranı ve gücü %84.44-%100 arasında gerçekleşmiş ve en yüksek kontrol (0), 50 ve 100 mM NaCl dozları aynı istatistiki grupta yer alırken, en düşük 150 NaCl dozundan alınmıştır. Kontrol (0) doz ortalamasına göre çimlenme oranı ve gücünün 150 mM NaCl uygulamasında ortalama olarak % 15.56 oranında düştüğü görülmektedir.

Ç x NaCl interaksiyonlarına göre çimlenme oranı ve gücü arasındaki farklar önemli bulunmuştur. En düşük interaksiyon Larende (Ç3) çeşidine 150 mM tuz uygulamasından (% 85) alınırken, Altıkat (Ç2) çeşidinde 200 mM tuz uygulaması dışındaki tüm interaksiyonlar en yüksek seviyede gerçekleşmiştir.

Çalışmamızda tespit edilen artan NaCl konsantrasyonlarıyla çimlenme oranı ve gücünün düştüğü Güngör ve ark. (2017), Doğan ve Budaklı Çarpıcı (2016) ve Öner ve ark. (2018) tarafından da ifade edilmiştir. Bunun yanısıra artan tuz dozlarının tohum canlılığını olumsuz yönde etkileyerek çimlenme oranı ve gücünü düşürdüğü bildirilmektedir (Güldüren ve Elkoca, 2012).

3.1.2. Ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri (gün)

Tablo 1'de çeşitlerin ortalamalarına göre ortalama çimlenme süreleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Buna göre ortalama çimlenme süreleri 3.24-3.52 gün arasında gerçekleşmiş ve en yüksek seviyede Kral 97 (Ç1) ve Larende (Ç3) çeşitleri aynı istatistiki grupta yer almış, en düşük ise Altıkat (Ç2) çeşidinde tespit edilmiştir. Çeşitlerin ortalamalarına göre Kral-97 ve Larende çeşitlerinin ortalama çimlenme performanslarının Altıkat çeşidine göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre ortalama çimlenme süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Buna göre ortalama çimlenme süreleri 3.13-3.81 gün arasında gerçekleşmiş ve en yüksek ortalama çimlenme süresi 200 NaCl dozunda, en düşük ortalama çimlenme süresi ise kontrol (0) dozunda gerçekleşmiştir. Tuz dozları ortalamalarına göre en uzun ortalama çimlenme süresi 200 mM NaCl uygulamasından alınmış ve bu süre kontrol (0) uygulamasına göre % 17.8 daha uzun gerçekleşmiştir.

Ç x NaCl interaksiyonlarına göre çimlenme güçleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur. En kısa çimlenme süresi interaksiyonu Altıkat (Ç2) çeşidinin kontrol uygulamasında (3.05 gün) ve en uzun Larende (Ç3) çeşidine 200 mM tuz uygulamasından (4.02 gün) alınmıştır.

Tablo 1. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi

Table 1. The effect of salt stress on germination characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars.

Çeşitler	Stres Uygulamaları Tuz Dozları (mM)	Çimlenme Gücü (%)	Çimlenme Oranı (%)	Çimlenme İndeksi (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)	Hassaslık İndeksi (%)
Ç1	Kontrol (0)	100.00 a	100.00 a	6.41 a	3.18 de	0.00
	50	100.00 a	100.00 a	6.21 a	3.30 de	1.036 de
	100	100.00 a	100.00 a	5.89 b	3.50 d	1.098 c
	150	83.33 d	83.33 d	4.64 f	3.68 c	1.157 b
	200	95.33 a	95.33 a	4.74 e	3.92 b	1.230 a
Ç1 Ortalama		95.73	95.73	5.58 B	3.52 A	1.130
Ç2	Kontrol (0)	100.00 a	100.00 a	6.58 a	3.05 e	0
	50	100.00 a	100.00 a	6.41 a	3.17 de	1.038 de
	100	100.00 a	100.00 a	6.41 a	3.18 de	1.042 d
	150	85.00 c	85.00 c	4.49 g	3.33 de	1.094 c
	200	91.67 b	91.67 b	4.97 d	3.48 d	1.143 b
Ç2 Ortalama		95.33	95.33	5.77 A	3.24 B	1.079
Ç3	Kontrol (0)	100.00 a	100.00 a	6.42 a	3.15 de	0
	50	100.00 a	100.00 a	6.27 a	3.20 de	1.016 e
	100	100.00 a	100.00 a	6.15 a	3.30 de	1.049 d
	150	85.00 c	85.00 c	4.39 h	3.28 de	1.042 d
	200	100 a	100 a	5.23 c	4.02 a	1.036 de
Ç3 Ortalama		97	97	5.69 AB	3.39 A	1.036
Tuz** Dozları Ortalama (mM)	Kontrol (0)	100 A	100 A	6.471 A	3.127 D	0
	50	100 A	100 A	6.295 AB	3.222 CD	1.030 C
	100	100 A	100 A	6.154 B	3.327 BC	1.064 BC
	150	84.444 C	84.444 C	4.506 D	3.433 B	1.098 B
	200	95.666 B	95.666 B	4.983 C	3.805 A	1.216 A
CV (%)		3.961	3.961	3.772	5.147	7.203
LSD_{0.05}		3.661	3.661	0.21	0.17	0.06

Ç1: Kral 97, Ç2: Altıkat, Ç3: Larende.

*Ortalamalar arasındaki fark LSD (0.05) çoklu karşılaştırma metoduyla $P < 0.05$ seviyesinde değerlendirilmiştir. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak bir fark yoktur.

**Tuz (NaCl) dozları ortalamalarının aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerleri arasında istatistiki olarak bir fark yoktur.

3.1.3. Çimlenme indeksi üzerine etkileri (%)

Tablo 1'e göre çeşitlerin ortalamalarına göre çimlenme indeksleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Çimlenme indeksi en yüksek Altıkat çeşidinde (% 5.77) ve en düşük Kral 97 çeşidinde (% 5.58) gerçekleşmiştir.

Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre çimlenme indeksleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Buna göre çimlenme indeksleri %4.506-%6.471 arasında gerçekleşmiş ve en yüksek çimlenme indeksi kontrol (0) dozundan alınırken, en düşük 150 NaCl dozunda belirlenmiştir. Kontrol (0) doz ortalamasına göre çimlenme indeksinin 150 mM NaCl uygulamasında % 69.6 oranında düştüğü görülmektedir.

Ç x NaCl interaksiyonlarına göre çimlenme indeksleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur. En düşük çimlenme indeksi Larende (Ç3) çeşidine 150 mM tuz uygulamasından (% 4.39) alınırken Kral 97 (Ç1) çeşidine kontrol ve 50 mM ile Altıkat (Ç2) ve Larende (Ç3) çeşitlerine kontrol, 50 mM ve 100 mM tuz uygulamaları en yüksek grupta yer almıştır.

3.1.4. Hassaslık indeksi üzerine etkileri (%)

Tablo 1'e göre çeşitlerin ortalamalarına göre hassaslık indeksleri arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur.

Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre hassaslık indeksleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Buna göre hassaslık indeksleri %1.03-%1.22 arasında gerçekleşmiş ve en yüksek hassaslık indeksi 200 mM NaCl dozundan alınırken, en düşük 50 NaCl dozundan elde edilmiştir. 50 mM NaCl ortalamasına göre hassaslık indeksinin 200 mM NaCl uygulamasında ortalama olarak % 15.3 oranında arttığı görülmektedir.

Ç x NaCl interaksiyonlarına göre çimlenme güçleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Hassaslık indeksleri en yüksek Kral 97 (Ç1) çeşidine 200 mM tuz uygulamasından (% 1.23) ve en düşük Larende (Ç3) çeşidinin 50 mM tuz interaksiyonundan (% 1.02) elde edilmiştir.

Araştırmamızda tespit edildiği şekilde artan tuz konsantrasyonlarının hassaslık indeksini olumsuz etkilediği, Sanam ve ark. (2014) ve Tunçtürk ve ark. (2019) tarafından da belirlenmiştir.

3.2. Fide parametreleri üzerine etkileri

Arpa çeşitlerine uygulanan tuz (NaCl) dozlarının bazı fide parametreleri üzerine etkileri *Tablo 2'de* görülmektedir. Buna göre çeşitlerin gövde uzunlukları üzerine etkileri hariç ($p > 0.05$), çeşitlerin (geriye kalan tüm özellikler), tuz dozlarının ve Ç x NaCl interaksiyonlarının bütün fide özellikleri üzerine etkileri önemli bulunmuştur.

3.2.1. Kök uzunluğu (cm)

Tablo 2'ye göre çeşitlerin ortalamalarına göre kök uzunlukları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Çeşitlerin kök uzunlukları ortalamaları 5.79-7.31 cm arasında gerçekleşmiş ve Ç1-Ç3 aynı istatistiki grupta yer almıştır. En yüksek kök uzunluğu Ç1-Ç3, en düşük ise Ç2 çeşit ortalamalarından alınmıştır. Bu durumda Kral-97 ve Larende çeşitlerinin ortalama kök uzunlukları performansı Altıkat çeşidine göre % 20 daha fazla gerçekleşmiştir.

Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre kök uzunlukları arasındaki fark önemli bulunmuştur. NaCl dozlarına göre kök uzunlukları ortalamaları 3.93-9.65 cm arasında gerçekleşmiş ve kök uzunlukları en yüksek kontrol (0) dozundan, en düşük 200 NaCl dozundan alınmıştır. Kök uzunlukları, 200 mM NaCl dozunda kontrol (0) grubuna göre % 59.3 oranında düşmüştür.

Ç x NaCl interaksiyonlarına göre kök uzunlukları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Kök uzunlukları 2.95-10.24 cm arasında gerçekleşirken en yüksek Ç1- kontrol (0), en düşük Ç2-150 mM NaCl interaksiyonundan elde edilmiştir. En yüksek doz olan 200 mM NaCl uygulamalarında Larende çeşidi aynı istatistiki grupta yer alan Kral-97 ve Altıkat çeşitlerinden % 48.3 daha kök uzunluğu gerçekleştirmiştir.

3.2.2. Gövde uzunluğu (cm)

Tablo 2'ye göre çeşitlerin ortalamalarına göre gövde uzunlukları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre gövde uzunlukları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. NaCl dozlarına göre gövde uzunlukları ortalamaları 3.85-11.29 cm arasında gerçekleşmiş ve gövde uzunlukları en yüksek kontrol (0) dozundan, en düşük 200 NaCl dozundan alınmıştır. Tuz dozları ortalamalarına göre gövde uzunlukları, 200 mM NaCl dozunda kontrol (0) grubuna göre % 65.9 oranında düşmüştür.

Ç x NaCl interaksiyonlarına göre gövde uzunlukları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Gövde uzunlukları 2.84-11.64 cm arasında gerçekleşirken en yüksek Ç1- kontrol (0), en düşük Ç2-200 mM NaCl interaksiyonundan elde edilmiştir. En yüksek doz olan 200 mM NaCl uygulamalarında Larende çeşidi Altıkat çeşidinden % 40.8 daha fazla gövde uzunluğuna sahip olmuştur.

3.2.3. Yaş kök ağırlığı (mg)

*Tablo 2'*ye göre çeşitlerin ortalamalarına göre yaş kök ağırlıkları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Çeşitlerin yaş kök ağırlık ortalamaları 0.78-1.035 mg arasında gerçekleşmiş ve Ç1-Ç3 aynı istatistiki grupta yer almıştır. En yüksek yaş kök ağırlığı Ç1-Ç3, en düşük ise Ç2 çeşit ortalamalarından alınmıştır. Çeşit ortalamalarına göre aynı istatistiki grupta yer alan Kral-97 ve Larende çeşitlerinin yaş kök ağırlıkları Altıkata çeşidinden yaklaşık olarak %21.9 daha fazla gerçekleşmiştir.

Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre yaş kök ağırlıkları arasındaki fark önemli bulunmuştur NaCl dozlarına göre yaş kök ağırlık ortalamaları 0.51-1.37 mg arasında gerçekleşmiş ve yaş kök ağırlıkları en yüksek kontrol (0) dozundan, en düşük 200 NaCl dozundan alınmıştır. Tuz dozları ortalamalarına göre yaş kök ağırlıkları, 200 mM NaCl dozunda kontrol (0) grubuna göre % 73.8 oranında düşmüştür.

Ç x NaCl etkileşimlerine göre yaş kök ağırlıkları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Yaş kök ağırlıkları 0.189-1.49 mg arasında gerçekleşirken, en yüksek aynı grupta yer alan Ç1- kontrol (0) ve Ç1-50 mM NaCl en düşük yine aynı grupta yer alan Ç2-200 mM NaCl ve Ç3-150 mM NaCl etkileşimlerinden alınmıştır. En yüksek doz olan 200 mM NaCl uygulamasında Larende çeşidi Altıkata çeşidinden % 77.0 daha fazla yaş kök ağırlığı oluşturmuştur.

3.2.4. Yaş gövde ağırlığı (mg)

*Tablo 2'*ye göre çeşitlerin ortalamalarına göre yaş gövde ağırlıkları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Çeşitlerin yaş gövde ağırlık ortalamaları 1.30-1.52 mg arasında gerçekleşmiş ve Ç1-Ç2 aynı istatistiki grupta yer almıştır. En yüksek yaş gövde ağırlığı Ç1-Ç2, en düşük ise Ç3 çeşit ortalamalarından alınmıştır. Çeşit ortalamalarına göre Larende çeşidinin yaş kök ağırlığı aynı istatistiki grupta yer alan Kral-97 ve Altıkata çeşitlerinden yaklaşık olarak %12.8 daha fazla gerçekleşmiştir.

Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre yaş gövde ağırlıkları arasındaki fark önemli bulunmuştur. NaCl dozlarına göre yaş gövde ağırlık ortalamaları 0.86-2.09 mg arasında gerçekleşmiş ve en yüksek kontrol (0) dozundan, en düşük aynı grupta yer alan 150-200 mM NaCl dozundan elde edilmiştir. Tuz dozları ortalamalarına göre yaş gövde ağırlıkları, aynı istatistiki grupta yer alan 150 ve 200 mM NaCl dozlarında kontrol (0) grubuna göre yaklaşık olarak % 57.4 oranında düşmüştür.

Ç x NaCl etkileşimlerine göre yaş gövde ağırlıkları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Yaş gövde ağırlıkları 0.54-2.33 mg arasında gerçekleşirken, en yüksek Ç3- kontrol (0), en düşük Ç2-200 mM NaCl etkileşimlerinden alınmıştır. Çeşit x NaCl etkileşimlerine göre Larende çeşidinin yaş gövde ağırlığı 200 mM NaCl uygulamasında Altıkata çeşidinin aynı dozundan %56.3 daha fazla gerçekleşmiştir.

3.2.4. Kuru kök ağırlığı (mg)

*Tablo 2'*ye göre çeşitlerin ortalamalarına göre kuru kök ağırlıkları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Çeşitlerin kuru kök ağırlık ortalamaları 0.104-0.131 mg arasında gerçekleşmiş ve Ç2-Ç3 aynı istatistiki grupta yer almıştır. En yüksek kuru kök ağırlığı Ç1, en düşük ise Ç2-Ç3 çeşit ortalamalarından alınmıştır. Ortalama olarak Kral-97 çeşidinin kuru kök ağırlığı aynı istatistiki grupta yer alan Altıkata ve Larende çeşitlerinden % 19.8 daha fazla olmuştur.

Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre kuru kök ağırlıkları arasındaki fark önemli bulunmuştur. NaCl dozlarına göre kuru kök ağırlık ortalamaları 0.081-0.162 mg arasında gerçekleşmiş ve en yüksek 100 mM NaCl dozundan, en düşük aynı grupta yer alan 150-200 mM NaCl dozlarından elde edilmiştir.

Ç x NaCl etkileşimlerine göre kuru kök ağırlıkları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Kuru kök ağırlıkları 0.072-0.201 mg arasında gerçekleşirken, en yüksek Ç1- 100 mM NaCl, en düşük aynı grupta yer alan Ç1-200 ve Ç2-200 mM NaCl etkileşimlerinden alınmıştır. En yüksek doz olan 200 mM NaCl uygulamalarında Larende çeşidi aynı istatistiki grupta yer alan Kral-97 ve Altıkata çeşitlerinden % 20 daha fazla kuru kök ağırlığına sahip olmuştur.

3.2.5. Kuru gövde ağırlığı (mg)

*Tablo 2'*ye göre çeşitlerin ortalamalarına göre kuru gövde ağırlıkları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Çeşitlerin kuru gövde ağırlık ortalamaları 0.139-0.217 mg arasında gerçekleşmişken, en yüksek kuru gövde ağırlığı

Ç3, en düşük ise Ç1 çeşit ortalamalarından alınmıştır. Çeşit ortalamalarına göre Larendede çeşidi Kral-97 çeşidinden %35.9 daha fazla kuru gövde ağırlığına sahip olmuştur.

Tuz (NaCl) dozları ortalamalarına göre kuru gövde ağırlıkları arasındaki fark önemli bulunmuştur. NaCl dozlarına göre kuru gövde ağırlık ortalamaları 0.124-0.276 mg arasında gerçekleşmiş ve en yüksek kontrol (0) dozundan, en düşük aynı grupta yer alan 150-200 mM NaCl dozlarından elde edilmiştir.

Ç x NaCl interaksiyonlarına göre kuru gövde ağırlıkları arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Kuru gövde ağırlıkları 0.081-0.407 mg arasında gerçekleşirken, en yüksek Ç3- kontrol (0), en düşük aynı grupta yer alan Ç1-200 mM NaCl interaksiyonlarından elde edilmiştir. En yüksek doz olan 200 mM NaCl uygulamalarında Larendede çeşidi Kral-97'ye göre %52.1 daha fazla kuru gövde ağırlığına sahip olmuştur.

Tablo 2. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) tohumlarında tuz stresinin fide özellikleri üzerine etkisi*

*Table 2. The effect of salt stress on seedling characteristics in barley (*Hordeum vulgare* L.) seeds*

Çeşitler	Stres Uygulamaları Tuz Dozları (mM)	Kök uzunluğu (cm)	Gövde uzunluğu (cm)	Yaş kök ağırlığı (mg)	Yaş gövde ağırlığı (mg)	Kuru kök ağırlığı (mg)	Kuru gövde ağırlığı (mg)
Ç1	Kontrol (0)	10.238 a	11.644 a	1.489 a	1.890 bc	0.136 c	0.150 f
	50	7.883 c	9.807 abc	1.460 a	1.423 e	0.153 b	0.204 c
	100	8.588 b	9.689 bc	1.158 b	1.738 c	0.201 a	0.136 h
	150	5.413 h	5.909 d	0.551 d	0.884 i	0.086 ef	0.121 i
	200	2.947 j	3.909 h	0.516 e	0.820 j	0.079 g	0.081 j
Ç1 Ortalama		7.014 A	8.192	1.035 A	1.351 B	0.131 A	0.139 C
Ç2	Kontrol (0)	9.488 ab	11.034 abc	1.270 ab	2.068 ab	0.113 d	0.272 b
	50	6.757 e	11.589 a	0.810 c	1.339 f	0.090 e	0.188 d
	100	6.233 f	9.521 bc	1.202 b	1.495 d	0.158 b	0.187 d
	150	3.403 i	5.034 e	0.433 f	1.049 h	0.088 e	0.144 g
	200	3.044 j	2.840 i	0.189 g	0.543 k	0.072 g	0.123 i
Ç2 Ortalama		5.785 B	8.004	0.781 B	1.299 B	0.104 B	0.183 B
Ç3	Kontrol (0)	9.233 ab	11.200 ab	1.351 ab	2.326 a	0.117 d	0.407 a
	50	8.426 b	10.200 abc	1.239 b	1.925 b	0.111 d	0.211 c
	100	7.256 d	9.262 c	1.218 b	1.302 f	0.127 c	0.183 de
	150	5.821 g	4.462 g	0.197 g	0.808 j	0.082 f	0.117 ij
	200	5.799 g	4.800 f	0.823 c	1.242 g	0.094 e	0.169 e
Ç3 Ortalama		7.307 A	7.985	0.966 A	1.521 A	0.106 B	0.217 A
Tuz Dozları Ortalama (mM)	Kontrol (0)	9.653 A	11.293 A	1.37 A	2.094 A	0.121 B	0.276 A
	50	7.688 B	105.31 A	1.169 B	1.562 B	0.117 B	0.201 B
	100	7.359 B	9.490 B	1.192 B	1.511 B	0.162 A	0.168 C
	150	4.879 C	5.135 C	0.393 D	0.913 C	0.085 C	0.127 D
	200	3.929 D	3.849 D	0.509 C	0.868 C	0.081 C	0.124 D
CV (%)		7.626	11.074	10.948	8.387	9.415	17.022
LSD_{0.05}		0.492	0.859	0.097	0.112	0.01	0.029

Ç1: Kral 97, Ç2: Altıkent, Ç3: Larendede

*Ortalamalar arasındaki fark LSD (0.05) çoklu karşılaştırma metoduyla P<0.05 seviyesinde değerlendirilmiştir. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik olarak bir fark yoktur.

**Tuz (NaCl) dozları ortalamalarının aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerleri arasında istatistik olarak bir fark yoktur.

Arpa çeşitlerinde uygulanan tuz dozlarının bazı çimlenme ve fide parametreleri üzerindeki etkileri şekillerde verilen grafiklerde gösterilmektedir. Buna göre tuz dozları arttıkça kök uzunlukları ve gövde uzunluklarının düştüğü görülmektedir. 200 mM NaCl dozunda Larendede çeşidinin kök uzunluğunun diğer çeşitlerden % 48.3 daha

fazla olduğu, benzer şekilde Larende çeşidinin gövde uzunluğunun Altıkat çeşidinden % 40.8 daha fazla gerçekleştiği görülmektedir (Şekil 1). Çalışmamızda tespit edilen artan NaCl dozlarının kökçük ve gövde uzunluğunu azalttığı Güngör ve ark. (2017), Doğan ve Budaklı Çarpıcı (2016) Chauhan ve ark. (2016) ve Öner ve ark. (2018) tarafından da açıklanmıştır. Kökçük uzunluğunun bitkilerin tuza karşı toleransını belirleyen önemli bir özellik olduğu belirtilmektedir (Demiroğlu Topçu ve Özkan, 2020).

Araştırmada tuz dozlarındaki artışın kuru kök ve kuru gövde ağırlığını düşürdüğü, ancak kuru gövde ağırlığının tuz uygulamalarından nispeten daha az etkilendiği gözlenmiştir. Kral-97 çeşidi 100 mM tuz dozunda kontrolden ve diğer çeşitlerde daha fazla kuru kök ağırlığına sahip olmasına rağmen, 200 mM tuz uygulamalarında Larende çeşidinin diğer çeşitlerden % 20 daha fazla kuru kök ağırlığına sahip olduğu görülmüştür. Başlangıçta en fazla ağırlığa sahip olan Larende çeşidinin 200 mM tuz uygulamalarında Kral-97 çeşidinden % 52.1 daha fazla gövde kuru ağırlığına ulaştığı anlaşılmaktadır (Şekil 2).

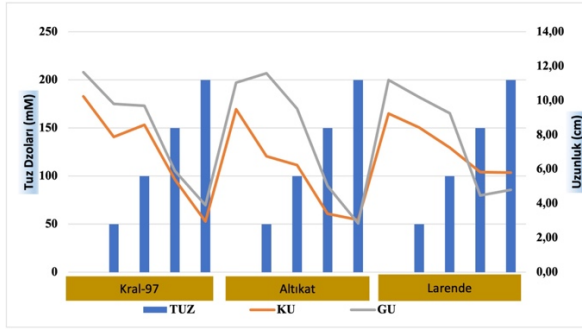


Figure 1. Effects of salt doses on root length (KU) stem length (GU) in cultivars

Şekil 1. Tuz dozlarının çeşitlerde Kök Uzunluğu (KU) ve Gövde Uzunluğu (GU) üzerine etkileri

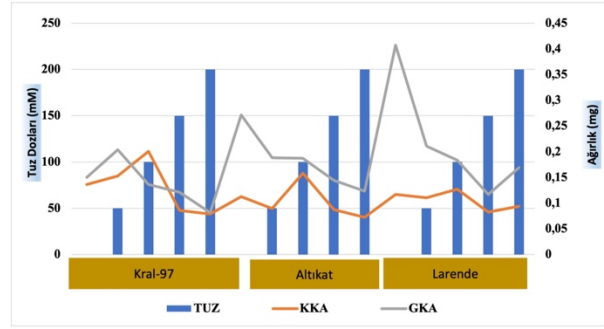


Figure 2. The effects of salt doses on root dry weight (KKA) and stem dry weight (GKA)

Şekil 2. Tuz dozlarının çeşitlerde Kök Kuru Ağırlığı (KKA) ve Gövde Kuru Ağırlığı (GKA) üzerine etkileri

Bu çalışmada tespit edilen tuz konsantrasyonlarının etkisinin önemli olduğu, artan NaCl konsantrasyonlarının kuru kök ve kuru gövde ağırlığını olumsuz etkilediği, Benlioğlu ve Özkan (2015), Singh ve Jakar (2018), Fardus ve ark. (2018), Ali ve ark., (2012), Öner ve ark. (2018), Zadeh ve ark. (2015) ve Tunçtürk ve ark. (2019) tarafından da tespit edilmiştir.

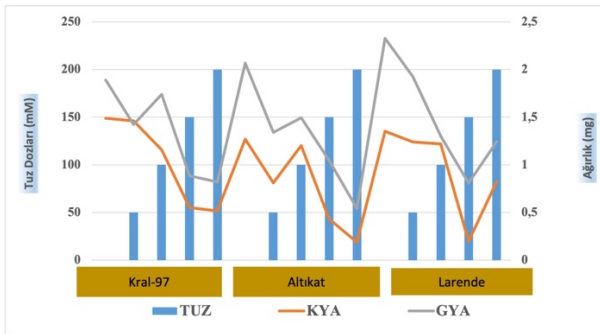


Figure 3. The effects of salt doses on Root Age Weight (KYA) and Body Age Weight (GYA) in cultivars

Şekil 3. Tuz dozlarının çeşitlerde Kök Yaş Ağırlığı (KYA) ve Gövde Yaş Ağırlığı (GYA) üzerine etkileri

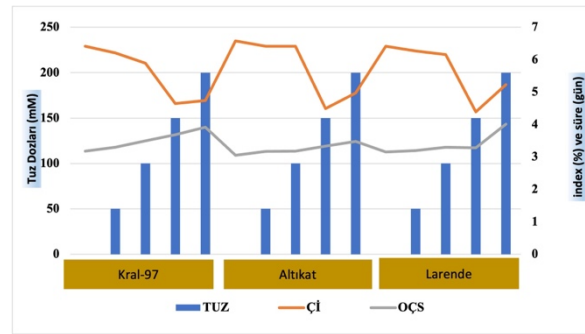


Figure 4. The effects of salt doses on the Germination Index (Çİ) and Average Germination Time (OÇS) in cultivars

Şekil 4. Tuz dozlarının çeşitlerde Çimlenme İndeksi (Çİ) ve Ortalama Çimlenme Süresi (OÇS) üzerine etkileri

Buna benzer şekilde tuz dozu uygulamalarının genel olarak gövde yaş ağırlığı ve kök yaş ağırlığı parametrelerinde düşüşe neden olduğu, ancak diğer çeşitlere nispeten Kral-97 çeşidinde bu parametrelerin daha az etkilendiği gözlenmektedir. Bir önceki doza göre 200 mM tuz dozu uygulamasında diğer çeşitlerden farklı olarak Larende çeşidinin kök yaş ağırlığı ve gövde yaş ağırlığı özelliklerinde artış olduğu görülmektedir. Bu yönüyle Larende çeşidi 200 mM tuz dozunda Altıkat çeşidinden %77.0 daha fazla kök yaş ağırlığı ve % 56.3 daha fazla gövde yaş ağırlığı oluşturduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3). Bu araştırmada tespit edildiği şekilde artan NaCl

konsantrasyonlarının yaş kök ve yaş gövde ağırlığını olumsuz etkilediği Benlioğlu ve Özkan (2015), Singh ve Jakar (2018), Fardus ve ark. (2018), Ali ve ark. (2012), Zadeh ve ark. (2015) ve Tunçtürk ve ark. (2019) tarafından da ifade edilmiştir. Bu durum tuzluluğun yüksek olduğu alanlarda yaşanan fizyolojik kuraklığın sürgün yaş ağırlığını düşürmesi nedeniyle oluşmaktadır (Demiroğlu Topçu ve Özkan, 2020).

Tüm çeşitlerde tuz uygulamalarının çimlenme indeksini düşürdüğü ve 150 mM tuz uygulamalarında en düşük seviyeye indiği gözlenirken, artan tuz dozlarıyla ortalama çimlenme süresinin de artış gösterdiği ve ortalama çimlenme süresini en fazla geciktiren uygulamanın 200 mM tuz dozu olduğu görülmektedir (Şekil 4). Çalışmamızda belirlendiği gibi artan tuz dozlarının ortalama çimlenme süresini uzattığı, çimlenme indeksini ve hassaslık indeksini olumsuz etkilediği Tunçtürk ve ark. (2019), Güngör ve ark., (2017) ve Sanam ve ark., (2014) tarafından da belirlenmiştir.

Tuz toleransı çeşitlere göre değişmekte ve tuzlu alanlarda yüksek toleransa sahip çeşitlerin tercih edilmesi gerekmektedir (El Goumi ve ark., 2014). Tuz dozu ortalamalarına göre, kontrol grubuyla kıyaslandığında tuz uygulamalarından en fazla etkilenen özelliğin ortalama çimlenme süresi (% 82.1), en az etkilenen özelliğin ise kök yaş ağırlığı (% 28.7) olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 1 ve Tablo 2).

4. Sonuç ve Öneriler

Üç arpa çeşidine (Kral-97: Ç1, Altikat: Ç2 ve Larende: Ç3) uygulanan bazı NaCl (kontrol (0)-50-100-150-200 mM) dozlarının, tohumların çimlenme özellikleri ve fide parametrelerini belirlemek üzere gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçlarına göre;

Çimlenme parametreleri yönünden; çeşitlerin sadece çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresi üzerindeki etkileri ve oluşan farklar önemli bulunmuştur. Tuz dozlarının bütün çimlenme parametreleri çimlenme oranı, (çimlenme gücü, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hassaslık indeksi) üzerindeki etkileri ve oluşan farklar önemli bulunmuştur. Çeşitler ve NaCl interaksiyonlarının ise tüm parametrelerde oluşan farklar üzerindeki etkileri yine önemli bulunmuştur. Ortalamalara göre en düşük çimlenme gücü ve çimlenme oranlarının 150 mM NaCl uygulamalarından alındığı ve bu nedenle bu iki özelliğin kontrole (0) göre % 15.56 oranında düştüğü görülmüştür. Fide parametreleri yönünden; çeşitlerin gövde uzunluğu üzerindeki etkileri önemsiz geriye kalan tüm parametreler üzerindeki etkileri önemli bulunmuşken, tuz dozlarının ve çeşitler ile NaCl interaksiyonlarının tüm parametrelerde (kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı) oluşan farklar üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur. Tuz dozu ortalamalarına göre, kontrol grubuyla kıyaslandığında tuz uygulamalarından en fazla etkilenen özelliğin ortalama çimlenme süresi (% 82.1), en az etkilenen özelliğin ise kök yaş ağırlığı (% 28.7) olduğu görülmüştür.

Artan tuz dozlarının bütün parametreler üzerinde olumsuz etkide bulunduğu gözlenmiştir. Larende çeşidinin tüm özellikleri yönünden tuza daha dayanıklı bir performans gösterdiği bunu genel olarak Kral-97 çeşidinin takip ettiği tespit edilmiştir. Bu sebeple tuz seviyesi yüksek alanlarda bu iki çeşidin yetiştirilmesi önerilmekte ve benzer çalışmaların arazi koşullarında da yürütülmesi tavsiye edilmektedir.

Kaynakça

- Akinci, İ.E., Çalışkan, U. (2010). Effect of lead on seed germination and tolerance levels in some summer vegetables. *Ekoloji Dergisi*, 19, 164-172.
- Ali, H.M., Siddiqui, M.H., Basalah, M.O., Al-Wahaibi, M.H., Sakran, A.M., Al-Amri, A. (2012). Effects of gibberellic acid on growth and photosynthetic pigments of *Hibiscus sabdariffa* L. under salt stress. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(4), pp. 800-804.
- Ali, S., Rizwan, M., Qayyum, M.F., Ok, Y.S., Ibrahim, M., Riaz, M., Shahzad, A.N. (2017). Biochar soil amendment on alleviation of drought and salt stress in plants: a critical review. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(14): 12700-12712.
- Altan, A., Yağcı, S., Maskan, M., Göğüş, F. (2006). Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu, 495-498.
- Altuner, F., Oral, E., Ülker, M. (2018). Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(2): 11-22.
- Anonim (2017). Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=100. (Erişim tarihi: 18.04.2017).
- Aras, İ., Keskin, B. (2018). The Effects of Different Irrigation Water Salinity Levels on Some Silage Sorghum (*Sorghum sp.*) Types. *Iğdir University Journal of the Institute of Science*, 8(1): 279-288.
- Askari, H., Kazemitabar, S.K., Zarrini, H.N., Saberi, M.H. (2016). Salt tolerance assessment of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes at germination stage by tolerance indices. *Open Agriculture*, 1:37-44.
- Benlioğlu, B., Özkan, U. (2015). Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2): 109-114.
- Chauhan, A., Rajput, N., Kumar, D., Kumar, A., Chaudhry, A.K. (2016). Effect of different salt concentration on seed germination and seedling growth of different varieties of oat (*Avena sativa* L.). *Int J Inf Res Rev*, 3(7): 2627-2632.
- Çakmakçı, S., Dallar, A. (2019). Farklı Sıcaklık ve Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 121-132.
- Çölkesen, M., Öktem, A., Engin, A., Öktem, G., Demirbağ, V., Yürürdurmaz, C., Çokkızgın, A. (2002). Bazı Arpa Çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Kahramanmaraş ve Şanlıurfa Koşullarında Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 5(2): 76-87.
- Dadaşoğlu, E., Ekinci, M. (2013). Farklı Sıcaklık Dereceleri, Tuz Ve Salisilik Asit Uygulamalarının Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Tohumlarında Çimlenme Üzerine Etkisi." *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(2): 145-150.
- Demirbaş, S., Balkan, A. (2018). Tuz Stresi Koşullarında Bazı Triticale Çeşitlerinin Hidrojen Peroksit Ön Uygulamasına Tepkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 5-13.
- Demiroğlu Topçu, G., Özkan, Ş.S. (2020). Effects of Different Salt Sources and Concentrations on Germination Parameters of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Seeds. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3), 456-467.
- Doğan, R., Budaklı Çarpıcı, E. (2016). Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Triticale Hatlarının Çimlenmesi Üzerine Etkileri." *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi* 19(2): 130-135.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve deneme metotları. *İstatistik Metotları-II*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, s.1021, 295.
- El Goumi, Y., Fakiri, M., Lamsaouri, O., Benchekroun, M. (2014). Salt stress effect on seed germination and some physiological traits in three Moroccan barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *J. Mater. Environ. Sci.*, 5(2):625-632.
- FAO (2017). Barley crops production. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy. Available <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. (Erişim tarihi: 18.04.2017).
- Fardus, J., Matin, M.A., Hasanuzzaman, M., Hossain, M.A. (2018). Salicylic acid-induced improvement in germination and growth parameters of wheat under salinity stress. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 28 (1): 197-207.
- Ghaffarzadegan T., Zhong Y., Hållenius, F.F., Nyman M. 2018. Effects of barley variety, dietary fiber and β-glucan content on bile acid composition in cecum of rats fed low-and high-fat diets. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 53: 104-110.
- Güldüren, Ş., Elkoca, E.(2012). Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuza toleransları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1):29-41.
- Güngör, H., Çikılı, Y., Dumlupınar, Z. (2017). Bazı ticari ve yerel yulaf genotiplerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 263-267.
- Horie, T., Karahara, I., Katsuhara, M. (2012). Salinity tolerance mechanisms in glycophytes: An overview with the central focus on rice plants. *Rice*, 5(1), 1-18.
- Kalaji, H.M., Bosa, K., Kościelniak, J., Żuk-Golaszewska, K. (2011). Effects of salt stress on photosystem II efficiency and CO₂ assimilation of two Syrian barley landraces. *Environmental and Experimental Botany*, 73: 64-72.

- Kumar, D.S., Kumar, P.S., Rajendran, N.M., Anbuganapathi, G. (2013). Compost maturity assessment using physicochemical, solid-state spectroscopy, and plant bioassay analysis. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(47): 11326-11331.
- Machado, R.M.A., and Serralheiro, R.P. (2017). Soil salinity: effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. *Horticulturae*, 3(2): 30.
- Metwali, E.M., Hemaïd, I.A.S., Al-Zahrani, H.S., Howlader, S.M., Fuller, M.P. (2014). Influence of different concentrations of salt stress on in vitro multiplication of some fig (*Ficus carica* L.) cultivars. *Life Science Journal*, 11(10).
- Mian A., Oomen R.J., Isayenkov S., Sentenac H., Maathuis F.J., Véry A.A. (2011). Over-expression of an Na⁺-and K⁺-permeable HKT transporter in barley improves salt tolerance. *The Plant Journal*, 68(3): 468-479.
- Miano, A.C., Forti, V.A., Abud, H.F., Gomes-Junior, F.G., Cicero, S.M., Augusto, P.E.D. (2015). Effect of ultrasound technology on barley seed germination and vigour. *Seed Science and Technology*, 43(2), 297-302.
- Milivojević, M., Ripka, Z., Petrović, T. (2018). ISTA rules changes in seed germination testing at the beginning of the 21st century. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 22(1): 40-45.
- Öner, F., Özkorkmaz, F., Yılmaz, N. (2018). Tuz Stresi Altında Gibberellik Asit Uygulamalarının Yulafta Bazı Çimlenme Parametreleri Üzerine Etkisi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences (IJANS)* E-ISSN: 2651-3617, 1(1):33-35.
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V.P., Prasad, S.M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(6): 4056-4075.
- Park, H.S., Choi, H.J., Kim, K.H. (2013). Effect of supercritical CO₂ modified with water cosolvent on the sterilization of fungal spore-contaminated barley seeds and the germination of barley seeds. *Journal of Food Safety*, 33(1): 94-101.
- Rejeb, I.B., Pastor, V., Mauch-Mani, B. (2014). Plant responses to simultaneous biotic and abiotic stress: molecular mechanisms. *Plants*, 3(4): 458-475.
- Sanam, S.A., Pirdashti, M.H., Mirjalili, M.H., Hashempour, A. (2014). Effect of exogenous nitric oxide on germination and some of biochemical characteristics of purple coneflower (*Echinacea purpurea* L.) in saline condition. *Zîst/shinâsî-i Giyâhî-i Īrân*, Vol 6, Iss 20, Pp 55-74.
- Singh, S., Jakhar, S. (2018). 24-Epibrassinolide mediated changes on germination and early seedling parameters of *Vigna mungo* (L). Hepper Var. Shekhar-2 under Salinity Stress. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 41 (1): 485-494.
- Taşçı, R., Bayramoğlu, Z. (2017). Arpa Çeşitlerinin Üretim, Pazarlama ve İşleme Açısından Önemi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(8): 923-934.
- Tuncturk, R., Kipcak, S., Ghiyasi, M., & Tuncturk, M. (2019). The determination of gibberellic acid effects on seed germination of *Echinacea purpurea* (L.) Moench under salt stress. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 3(2), 101-105.
- Yıldız, S., Karagöz, F.P., Dursun, A. (2017). Gibberellik Asit Ön Uygulamasına Tabi Tutulmuş Hüsniyusuf (*Dianthus barbatus* L.) Tohumlarının Tuz Stresinde Çimlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(1): 1-7.
- Zadeh, S.Y., Ramin, A.A., Baninasab, B. (2015). Effect of gibberellic acid, stratification and salinity on seed germination of *Echinacea purpurea*cv. Magnus. *Herba Polonica*; 61(3): 13-22.

Yerel Yönetimlerde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Su Yönetim Bilgi Sisteminin Oluşturulması: Tekirdağ İli Örneği

Creating A Water Management Information System by Using Geographical Information Systems in Local Governments: in Case of Tekirdag Province

Cenan ÇİNER^{1*}, Mehmet ŞENER²


Öz


Teknolojinin yaşamımızın her alanında kendini göstermesiyle birlikte, su yönetiminde de çeşitli uygulamalar ortaya çıkmıştır. Birçok su ve kanalizasyon idaresi su ve atık suyla ilgili olarak akıllı su yönetimi uygulamalarını kullanmaya başlamıştır. Hâlihazırda mevcut uygulamaların iyileştirilmesine ve yeni teknolojilerin ve alternatif modellerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak, uygulamaların geleceğine yönelik olarak, var olanların kaldırılması veya geliştirilmesi konusunda farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu bağlamda, bilginin doğru, hızlı, kullanışlı ve ulaşılabilir olması gerekmektedir. Bununla birlikte verinin tek elde kalmasının önüne geçilmelidir. Veriye ulaşmada temel iki problemle karşılaşılmaktadır. İlk problem, verinin mevcut olup, ulaşılabilir olmamasıdır. İkinci problem ise verinin belli bir metodoloji yoksunluğu nedeniyle kullanılabilir olmamasıdır.

Genelleyecek olursak, çok sayıda kurum, görev ve sorumluluklarının çakışması nedeniyle benzer verilere ihtiyaç duymaktadır. Bir yandan, aynı verinin farklı kurumlar tarafından üretilmesi gereksiz personel çalıştırılmasına ve harcamaya neden olmaktadır. Diğer yandan, belli bir metodolojisi olmadan hazırlanmış bir veri yapısında istenilen bilgiye ulaşmak oldukça güçtür. Bu veriyi hazırlayan personel dışında anlamak, analiz etmek ve veriyi etkin bir biçimde kullanmak neredeyse imkânsızdır. Bu nedenle veri yapısının düzenlenerek daha anlaşılabilir bir hale dönüştürülmesi gerekmektedir.

Bu makalede, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı Tekirdağ Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'ne (TESKİ) ait veriler kullanılarak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu kapsamda, TESKİ, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Maden Tetkik Arama Kurumu, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi İmar Şehircilik, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme ve Emlak İstimlak Daire Başkanlıkları'nda bulunan veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler, format ve içerikleri gerekli ön işlemlerden geçirilerek, oluşturulması planlanan veritabanına aktarılmıştır. TESKİ kurum personeli için basit ve hızlı bir şekilde verilere ulaşabilecekleri bir Coğrafi Bilgi Sistemleri veritabanı oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Su Yönetimi, Bilgi Sistemi, CBS, İçme Suyu, TESKİ

²Sorumlu Yazar/Corresponding Author. : Mehmet ŞENER, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: msener@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-6736-0567

¹Cenan ÇİNER, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: : cenanciner@hotmail.com  ORCID: 0000-0001-9067-7354

Atıf/Citation: Çiner, C., Şener M. Yerel Yönetimlerde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Su Yönetim Bilgi Sisteminin Oluşturulması: Tekirdağ İli Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 51-60.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

With the emergence of technology in every aspect of our lives, various applications have emerged in water management. Many water and wastewater utilities are starting to use smart water management practices regarding water and wastewater. Currently, there is a need to improve existing practices and to develop new technologies and alternative models. However, there are different methods for removing or improving existing ones for the future of applications. In this context, the information should be accurate, fast, useful and accessible. However, data should be prevented from being single handed. Two main problems are encountered in accessing data. The first problem is whether data is available and not available. The second problem is that the data are unavailable due to a lack of a certain methodology.

Generally speaking, many institutions need similar data because of their overlapping duties and responsibilities. On the one hand, the production of the same data by different institutions causes unnecessary personnel employment and expenditure. On the other hand, it is very difficult to reach the desired information in a data structure prepared without a certain methodology. It is almost impossible to understand, analyze and use the data effectively, except for the personnel who prepared this data. For this reason, the data structure should be arranged and transformed into a more understandable one.

In this article, a database has been created using the data of Tekirdağ Water and Sewerage Administration General Directorate (TESKİ), affiliated to Tekirdağ Metropolitan Municipality. In this context, data from TESKİ, Ministry of Environment and Urbanization, Mineral Research and Exploration Agency, Tekirdağ Metropolitan Municipality Department of Reconstruction and Urban Planning, Earthquake Risk Management and Urban Improvement and Real Estate Expropriation were collected. The data, format and contents obtained were transferred to the database that was planned to be created by pre-processing. A Geographical Information Systems database has been created for TESKİ institution personnel, where they can access data in a simple and fast way.

Keywords: Water management, Information System, GIS, Drinking water, TESKİ

1. Giriş

Teknolojinin her alanda kendini göstermesi ile birlikte, su ve kanalizasyon idarelerinde de su ve atık suyla ilgili akıllı su yönetimi uygulamaları yaygınlaşmaya başlamıştır. Ancak, hâlihazırda kullanılmakta olan uygulamaların iyileştirilmesine ve yeni teknolojilerin ve alternatif modellerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Başa ve Kurt, 2017).

Kurumlarda çok farklı veri setleri bulunmaktadır. Ancak kullanıcıların bu veri setlerini ellerinin altında tutmak istemelerinden dolayı ilgili veriler daha çok kullanıcıların kendi bilgisayarlarında tutulmakta ve diğer ilgili kişi ve kurumlarla paylaşılmamaktadır. Verinin üretildiği yerde kalması, ilgili olan/olmayan birimler ile paylaşılması farklı birçok sorunu ortaya çıkarmaktadır. Örnek olarak, kamulaştırmak için farklı kurumdan temin edilen bir verinin, diğer daireler ile paylaşılması sonucu kamu zararı, kurum içi iletişim eksiklikleri ve kurum itibarının zedelenmesi gibi sorunları ortaya çıkmaktadır.

Belli bir metodolojisi olmadan hazırlanmış bir veri yapısında istenilen bilgiye ulaşmak oldukça güçtür. Bu veriyi hazırlayan personel dışında anlamak, analiz etmek ve etkin bir biçimde kullanmak neredeyse imkânsız olduğundan bu veri yapısının düzenlenerek daha anlaşılabilir bir hale getirilmesi gerektiği açıktır.

Topoloji, coğrafi bilgi sistemlerinde çok önemlidir. Coğrafi bilgi sistemi yapısı inşa edilirken, temin edilen yazılımın desteklediği veri çatısının topoloji yönünden sorunsuz olması uygulamanın etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Coğrafi bilgi sisteminin temelinde grafik ve sözel verilerin kendi içerisinde konuşabilmesi, iletişimde kalabilmesi, sistemden beklenen performansı direkt olarak etkilemektedir. Dolayısıyla, beklenen düzeyde bir coğrafi bilgi sisteminin veri ile doğrudan ilişkili olduğu gerçeği atlanmamalıdır (Anonim, 2020a).

Bu çalışmada, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne (TESKİ) ait sorumluluk alanında ilgili altlık veriler kullanılarak bir veri tabanı oluşturmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, TESKİ, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Maden Tetkik Arama Kurumu, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi İmar Şehircilik, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme ve Emlak İstimlak Daire Başkanlıkları'nda bulunan ilgili veriler toplanmış, format ve içerikler gerekli işlemlerden geçirilerek kurum personeli için basit ve hızlı bir şekilde verilere ulaşılabilecekleri bir Coğrafi Bilgi Sistemi veritabanı oluşturulmuştur.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma Alanı

Çalışma alanı olarak TESKİ'nin görev sahası içerisinde yer alan Tekirdağ ili Çerkezköy İlçesi İstasyon Mahallesi seçilmiştir. Tekirdağ ili, 26° 43'- 28° 08' doğu boylamları, 40° 36'- 41° 31' kuzey enlemleri koordinatları üzerinde bulunmaktadır (Baykal, 2007). Tekirdağ, Marmara Bölgesi'nin Trakya'da bulunan 11 ilinden biridir. Güneyinde Marmara Denizi ile sınır olup kuzeyde ise Karadeniz'e kadar uzanmaktadır.

Çerkezköy İlçesi, konum olarak güneybatıda Çorlu İlçesi, batıda Kırklareli'nin Lüleburgaz İlçesi ile doğu ve güneyde İstanbul ilinin Çatalca ve Silivri İlçeleri ve kuzeyde Tekirdağ ilinin Saray İlçesi ile çevrilidir. İlçe, il merkezine 56 km, İstanbul'a ise 110 km. uzaklıktadır (Anonim, 2019a). Araştırma alanı *Şekil 1*'de gösterilmiştir.

Tekirdağ ili geneli topoğrafyası az eğimli düzlüklerden oluşmaktadır. İlin kuzeyine doğru gidildikçe arazi engebesi artmaktadır. Bölge topoğrafyası Büyükyoncalı, Bahçeçalı ve Çerkezköy uzanımında vadi oluşturan, ortalama 150-200 m altındaki kotlarda olduğu belirtilmektedir. Çorlu Deresi ana kolu, vadi boyunca alüvyonu yüksek topraklar bulunmaktadır (Anonim, 2019b). Tekirdağ ili yıllık ortalama yağış 575 mm ve ortalama sıcaklık 13.8°'dir (Şener ve ark., 2007).

2.2. Metot

Elektronik olarak bir bilgisayar sisteminde depolanan yapılandırılmış bilgi veya veriden oluşan düzenli koleksiyonlara veri tabanı denilmektedir. Makalede kullanılacak veri setlerinin temininden önce hangi veri tabanı programının kullanılacağına karar verilmesi gerekmektedir. Bu makalede, Netcad yazılımları ile açık kaynak kodlu QGIS yazılımının ortaklaşa kullanılabileceği, konum bilgisini tutabilen, açık kaynak kodlu ve güvenilir veri tabanı yazılımı olan "PostgreSQL" yazılımı kullanılmıştır (Anonim, 2020b). *Şekil 2*'de yöntem akışı şematik olarak gösterilmiştir.

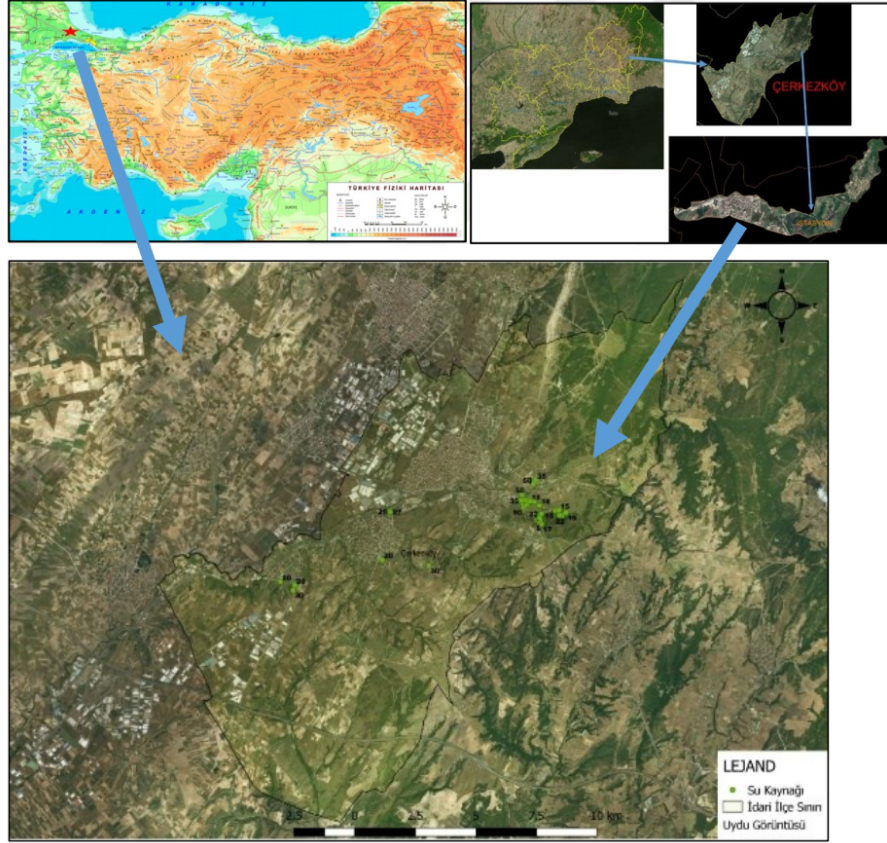


Figure 1. Research area and location of drinking water stations
Şekil 1. Araştırma alanı ve içme suyu istasyonlarının konumu



Figure 2. Method flow chart for the study

Şekil 2. Çalışmaya ait yöntem akış şeması

2.2.1. Veri toplama ve ön işleme

Bu çalışmada kullanılan veriler ile ilgili olarak, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi'nin bağlı kuruluşu olan Tekirdağ Su ve Kanalizasyon Genel Müdürlüğü'nden gerekli resmi izinler alınmıştır. Çalışmada kullanılmak amacıyla, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi'nin veri havuzundaki veri setinden, il-ilçe idari sınırları, yapı-nüfus bilgileri, 1/1000, 1/5000 ve 1/25000 ölçekli jeoloji haritaları, 1/5000 ölçekli fay haritası, 1/25000 ölçekli topoğrafya haritaları sistemimize çekilmiştir.

Vektör veri setinden, il, ilçe idari sınırları, yapı bilgileri veri tabanında kullanılmak üzere hazır olduğu için herhangi bir ön işlem yapılmamıştır. Raster veri olarak 1/1000, 1/5000 ve 1/25000 ölçekli jeoloji haritalarının öncelikle referanslandırılması, sonrasında da akıllandırılması sağlanmıştır (Ayas, 2015). Veri setinin farklı ölçeklerde olmasının temel sebebi, imar planlarına göre yapılacak alanlarda önce jeolojik-jeoteknik çalışmaların olması sonrasında ise planlı yapılaşmanın ortaya çıkmasıdır. 1/1000 ve 1/5000 ölçekli plan verilerinde ise herhangi bir işlem yapılmamıştır. Tekirdağ Su ve Kanalizasyon Genel Müdürlüğü'nün veri havuzundaki içme suyu sağlayan kuyu bilgileri, dinlendirme havuz bilgileri, beslenen havza bilgileri kullanılmıştır. Bu verilerden kuyu koordinat verileri kullanılarak akıllandırılması *Netcad* ortamında yapılmıştır (Anonim, 2019b).

Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü'ne bağlı Emlak ve İstimlak Dairesi Başkanlığı bünyesinde yer alan Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü'nden temin edilen veri düzenlenmesinde kurum içerisindeki iş ve işlemleri de göz önünde bulundurarak Tekirdağ ili Çerkezköy ilçesindeki altyapı tesisleri için önceki yıllarda oluşturulan sayısal, raster ve sözel veriler temin edilmiştir. Mevcut numarataj verileri, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi ile birlikte yapılan çalışmalardan alınmıştır. İçme suyu hat bilgileri çoğunluğu personel bilgisayarındaki sayısal veriden, içme suyu bilgileri saha personelinden ve yatırım planları ise TESKİ bünyesindeki teknik birimlerden temin edilmiştir. Temin edilen bu veriler analiz edilerek, hataları ve eksikleri tespit edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Yapılması planlanan analizlere göre mevcutta kullanımda olan masaüstü ve web yazılımları ile ilgili çalışmalar organize edilmiş, işgücü planlaması ve iş akışları önem sırası belirlenmiştir.

Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'nden alınan 1/25000 ölçekli jeoloji ve fay haritaları kullanılarak su ihtiva etmesi yüksek olan jeolojik birimlerin sürekliliğine bakılmış ve bu kritere dikkat edilerek uygun su kuyusu yerleri belirlenmiştir.

Topoloji, coğrafi bilgi sistemlerinde çok önemlidir (Ergüven ve Şener, 2012). Coğrafi bilgi sistemi yapısı inşa edilirken, temin edilen yazılımın desteklediği veri çatısının topoloji yönünden sorunsuz olması, uygulamanın etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Dolayısıyla, beklenen düzeyde bir coğrafi bilgi sisteminin veri ile doğrudan ilişkili olduğu gerçeği atlanmamalıdır (Anonim, 2020a). Bu çalışma sırasında verinin işlenebilir hale gelmesi için yedi farklı topolojik düzeltme gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Veri analizi

Farklı birçok tipte verinin toparlanmasının ardından, yapılacak olan veri tabanı tasarımında hangi verilerin hangi tipte depolanıp, analiz yapılacağı ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Çalışmada raster veri setinden başlanarak, coğrafi referanslı olmayanların coğrafi referansları tamamlanmıştır (Candan ve ark., 2015). Veri tabanı modellemesinde raster verilerin online olarak paylaşılmasını sağlayacak dosya sunucusu için ara yüz hazırlanmış ve *Netcad* masaüstüne tanıtımı yapılmıştır. Bu sayede çalışan personelin ihtiyaç duyduğu veriye anında ulaşması sağlanmıştır. Veri analizinde aşağıda verilen yol izlenmiştir (Şahap, 2020);

- ✓ Veri modelinin belirlenmesi
- ✓ Verinin güncelliğinin belirlenmesi
- ✓ Projeksiyonun belirlenmesi
- ✓ Topolojik hataların belirlenmesi
- ✓ Konum doğruluğunun belirlenmesi
- ✓ Altyapı tesisine ait sözel bilgilerin belirlenmesi
- ✓ Temin edilen verinin diğer verilerle ilişkisinin belirlenmesi

2.2.3. Kullanılan yazılımlar

TESKİ'nin yaptığı CBS yatırımları ele alınırsa iki ayrı grupta incelemek gerekmektedir. Temin edilen verilerin düzenlenmesi, veri girişlerinin yapılabilmesi ve mekânsal veri formatına dönüştürülerek CAD verileri ile sözel verilerin entegre edilebilmesi için *Netcad* firmasının masaüstü yazılımı 7.6 versiyonundan ve *Netigma* 4.0 olan web uygulamasından yararlanılmıştır. Özellikle idari amirlerin ve teknik olmayan personelin ihtiyaçlarını hızlı ve kolay bir biçimde karşılamak, sorgulamalar yaparak raporlar oluşturmak amacıyla *Netcad* firması tarafından geliştirilmiş olan *Netigma* web yazılımı tercih edilmiştir (Anonim, 2019c).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Su Yönetimi Altyapı Bilgi Sistemine Ait Sonuçlar

Sahadan elde edilen verinin tek havuzda toplanmaması, kurum içerisinde veri paylaşım kültürünün zayıf olması nedeniyle, yapılacak yatırımların, planlanan bakımların zamanında ve eksiksiz yapılamamasına neden olmaktadır. Çalışma sırasında TESKİ bünyesindeki personelin veri tabanını aktif olarak kullanabilmesi için hem masaüstü hem de web CBS ortamında, farklı ara yüzler hazırlanmış ve kullanıcılara gerekli eğitim verilmiştir. Raster veri formatı için “Dosya Katmanı”, Cad veri formatı için “Veri Tabanı Katmanı”, Farklı kurumlardan sağlanan servis verisi için “Çevrim içi Katman” ara yüzleri hazırlanmış ve kullanıcıların kullanımına açılmıştır (Şekil 3-11).

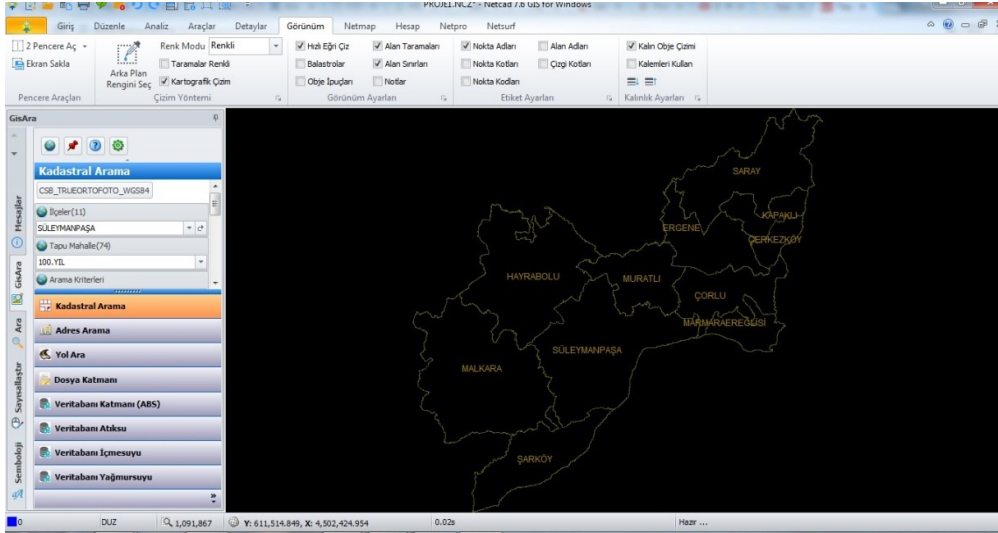


Figure 3. Water Management Infrastructure Information System (Desktop version)

Şekil 3. Su Yönetim Alt Yapı Bilgi Sistemi (Masaüstü versiyon)

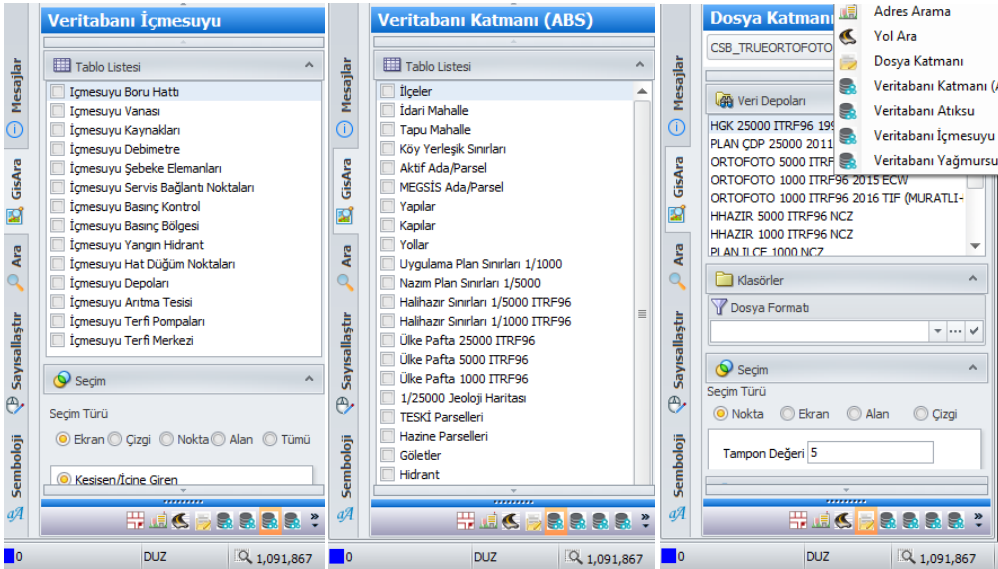


Figure 4. Different layers of the information system

Şekil 4. Bilgi sistemine ait farklı katmanlar

Teknik altyapı tesislerine ait bilgilere mekânsal ya da CAD olarak ulaşabilme kolaylığı sağlanmıştır. Ortofoto, imar planı halihazır harita, ÇDP, Orman kadastrosu, sit alanları vb. CAD verilerinin tutulduğu dosya katmanı gösterilmiştir (Şekil 5-11). Şekil 5-11’de kullanıcıların ulaşabildiği, veri girişi yapılabildiği, sorgulama, istatistiksel sorgulama gibi hızlı raporlarının da alınabildiği web CBS uygulamasının görüntüleri paylaşılmıştır.



Figure 5. Infrastructure information system web queries
Şekil 5. Altyapı bilgi sistemi web sorguları

Sorgu sonuçlarının bilgilerine ulaşabilir, harita üzerinde konumuna gidilebilir veya sorgu sonuçlarından seçilenlerin hepsinin harita üzerinde görüntülenmesi sağlanabilir hale getirilmiştir.

SÜLEYMANPAŞA	100 YIL	ADNAN KAHVEÇİ	FETVAÇI KARDEŞLER İNS. TIC. VE SAN. LTD. ŞTİ.	25.48	22.94	200	0.0588235294117647	Bilgi Kartı	Harita
SÜLEYMANPAŞA	100 YIL	ADNAN KAHVEÇİ	FETVAÇI KARDEŞLER İNS. TIC. VE SAN. LTD. ŞTİ.	27.39	25.48	200	0.00909090909090909	Bilgi Kartı	Harita
SÜLEYMANPAŞA	100 YIL	ADNAN KAHVEÇİ	FETVAÇI KARDEŞLER İNS. TIC. VE SAN. LTD. ŞTİ.	30.1	27.39	200	0.0476190476190476	Bilgi Kartı	Harita
SÜLEYMANPAŞA	100 YIL	ADNAN KAHVEÇİ	FETVAÇI KARDEŞLER İNS. TIC. VE SAN. LTD. ŞTİ.	32.16	30.1	200	0.0625	Bilgi Kartı	Harita
SÜLEYMANPAŞA	100 YIL	ADNAN KAHVEÇİ	FETVAÇI KARDEŞLER İNS. TIC. VE SAN. LTD. ŞTİ.	32.66	31.51	200	0.0714285714285714	Bilgi Kartı	Harita
SÜLEYMANPAŞA	100 YIL	ADNAN KAHVEÇİ	FETVAÇI KARDEŞLER İNS. TIC. VE SAN. LTD. ŞTİ.	34.53	32.16	200	0.0769230769230769	Bilgi Kartı	Harita
SÜLEYMANPAŞA	100 YIL	ADNAN KAHVEÇİ	FETVAÇI KARDEŞLER İNS. TIC. VE SAN. LTD. ŞTİ.	35.16	32.66	200	0.0625	Bilgi Kartı	Harita

Şekil 6. Altyapı bilgi sistemi web sorguları
Figure 6. Infrastructure information system web queries

Harita üzerinde teknik altyapı tesisleri, kadastral parseller, yapılar ve bunların ilişkilerinin görüntülenmesi ve sorgulanması gösterilmiştir (Şekil 7).

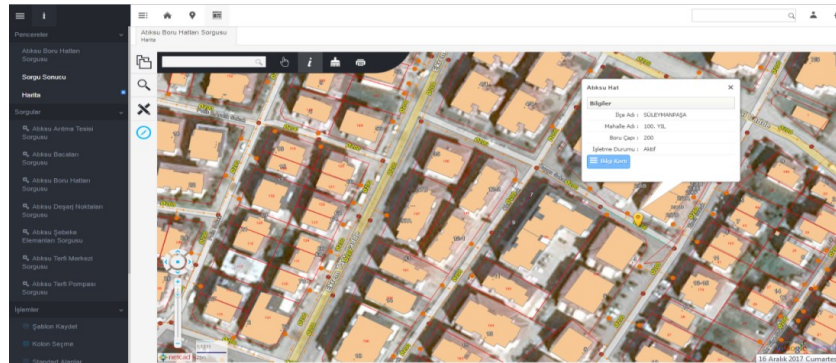
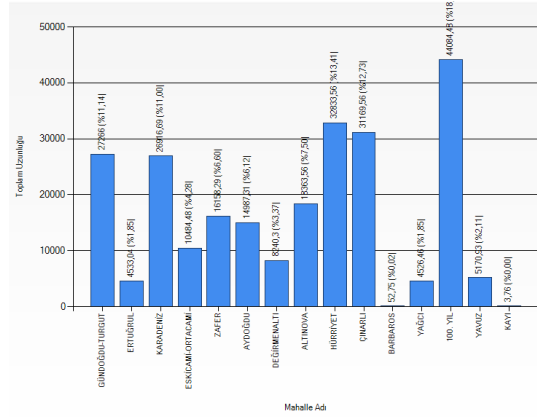


Figure 7. Infrastructure information system web queries
Şekil 7. Altyapı bilgi sistemi web sorguları

İstenilen bilgi kriterleri girilerek İstatiksel sorgu sonuçları, raporları, grafik verilerin kolayca oluşturulması sağlanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Altyapı bilgi sistemi web sorguları

Figure 8. Infrastructure information system web queries

Boru Çapı	Mahalle Adı	İlçe Adı	Toplam Uzunluğu
200	GÜNDOĞDU-TURGUT	SÜLEYMANPAŞA	27266
200	ERTUĞRUL	SÜLEYMANPAŞA	4533,04
200	KARADENİZ	SÜLEYMANPAŞA	26916,69
200	ESKİCAMI-ORTACAMI	SÜLEYMANPAŞA	10484,48
200	ZAFER	SÜLEYMANPAŞA	16158,29
200	AYDOĞDU	SÜLEYMANPAŞA	14987,31
200	DEĞİRMENALTI	SÜLEYMANPAŞA	8240,3
200	ALTINOVA	SÜLEYMANPAŞA	18363,56
200	HÜRRIYET	SÜLEYMANPAŞA	32833,56
200	ÇINARLI	SÜLEYMANPAŞA	31169,56
200	BARBAROS	SÜLEYMANPAŞA	52,75
200	YAĞCI	SÜLEYMANPAŞA	4526,46
200	100. YIL	SÜLEYMANPAŞA	44084,48
200	YAVUZ	SÜLEYMANPAŞA	5170,93
200	KAYI	SÜLEYMANPAŞA	3,76

Figure 9. Infrastructure information system web queries

Şekil 9. Altyapı bilgi sistemi web sorguları

Web üzerinden mesafe ölçme, alan hesaplama, tesislerin koordinatlarını tespit etme sözel bilgilerine ulaşabilme imkânı sağlanmıştır.

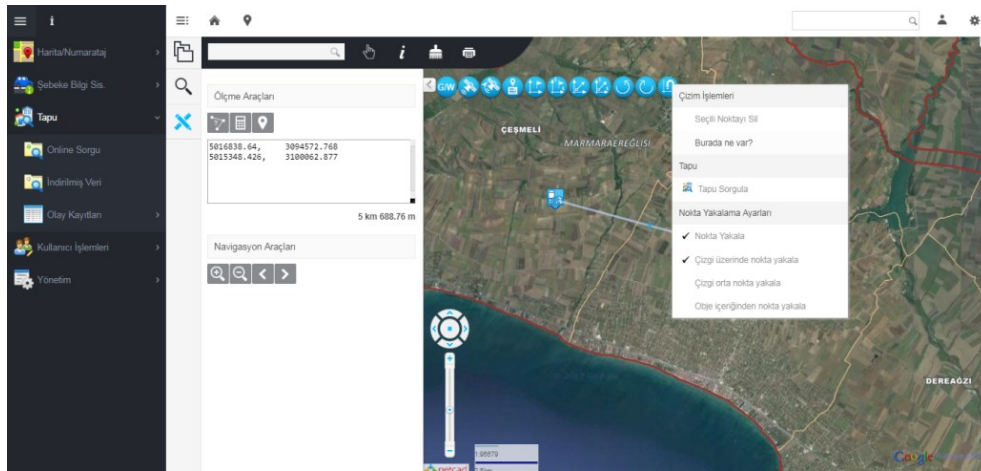


Figure 10. Infrastructure information system web queries

Şekil 10. Altyapı bilgi sistemi web sorguları

Atık su, içme suyu ve yağmur suyu tesislerini oluşturan bileşenlerin kolay sorgulanabilmesi, görüntülenebilmesi için ayrı katmanlarda tutulması ihtiyaç duyulanların seçilebilmesi sağlanmıştır.

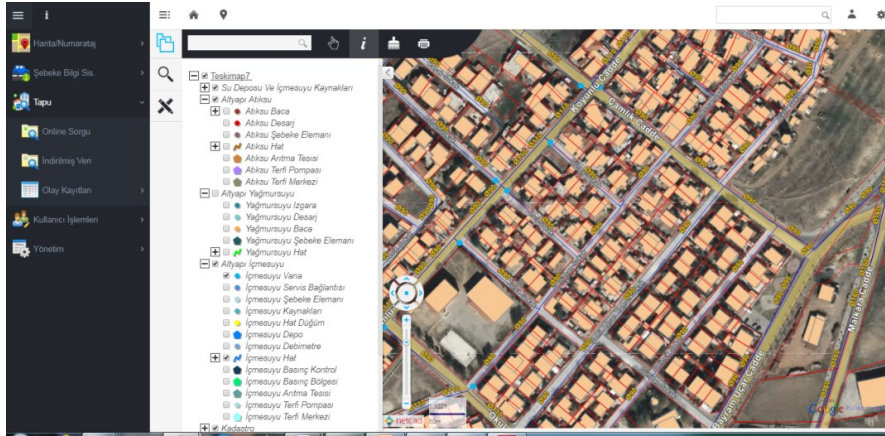


Figure 11. Infrastructure information system web queries (title deed query)

Şekil 11. Altyapı bilgi sistemi web sorguları (Tapu sorgusu)

Makalede gösterilen ve bunun gibi daha birçok sorgusunda yapılabildiği web ara yüzü sayesinde bilgisayar başında olmaya gerek kalmadan her yerde bilgiye ulaşmak ve analizler yapabilmek kolaylaştırılmış, sahada acil müdahale gerekli olan durumlarda bulunduğumuz konumdaki altyapılara ait akar kotu, boru cinsi, boru çapı, imalat bilgileri vb. sözel bilgileri görmemiz sağlanmıştır.

4. Sonuç

Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi ve TESKİ’de çok farklı veri setleri bulunmaktadır. Söz konusu veri setleri, kullanıcıların sadece kendi bilgisayarlarında bulunmakta ve diğer kullanıcılarla paylaşılmamaktadır. Verinin üretildiği yerde kalması, ilgili olan/olmayan birimler ile paylaşılması farklı birçok sorunu ortaya çıkarmaktadır. Örneğin, kamulaştırmak için farklı kurumdan temin edilen bir verinin, diğer birimlerle paylaşılması sonucunda kamu zararı, kurum içi iletişim eksiklikleri ve kurum itibarının zedelenmesi gibi sorunlar ortaya çıkaracaktır. Bu tarz sorunların önüne geçebilmek amacıyla bu çalışmada, hem masaüstü hem de web CBS ortamında, TESKİ personelinin veri girip paylaşım yapacağı, aktif olarak kullanabileceği bir ara yüz hazırlanmış ve kullanıcılara gerekli eğitimler verilmiştir.

TESKİ kurum içi raporları incelendiğinde, diğer su ve kanalizasyon idarelerinden yazılım, donanım ve yönetim olarak daha önde olduğu buna rağmen hala geliştirilmesi gereken konuların bulunduğu ifade edilmiştir. Kurum içi raporlarda belirtilen eksikliklerin giderilebilmesi, kurumun hizmetlerinin daha hızlı, doğru ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için yönetici ve personellere yönelik bilgilendirme toplantıları ve tavsiye niteliğinde raporlar paylaşılmalıdır. Kamu kurumlarında çalışan personele lisansüstü eğitim imkânı sağlanarak hizmet alanlarındaki darboğazlar aşılabılır ve hizmet kalitesinin sürdürülebilirliği sağlanabilir.

Kaynakça

- Anonim (2019a). Çerkezköy Belediyesi Coğrafyası. <http://www.cerkezkoy.bel.tr/cerkezkoy/cografya> (Erişim tarihi, 14.10.2019)
- Anonim (2019b). <http://www.cerkezkoy.bel.tr/cerkezkoy/cografya> (Erişim Tarihi: 14.10.2019)
- Anonim (2019c). <http://portal.Netcad.com.tr/display/HELP/NETIGMA> (erişim tarihi,14.10.2019).
- Anonim (2020a). <http://www.mku.edu.tr/files/339-fe1f52d7-578f-4b4f-b078bbcbac358b91.pdf> (Erişim tarihi, 27.06.2020).
- Anonim (2020b). <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/TEZ%20SUNUMLARI/Feyza%20Sancak.pdf> (Erişim tarihi, 20.08.2020).
- Anonim (2020c). <http://portal.netcad.com.tr/display/HELP/NETIGMA> (Erişim Tarihi: 14.10.2020)
- Ayas C (2015). Google Earth Görüntülerinin ve QGIS Açık Kaynak Kodlu CBS Yazılımının Sosyal Bilgiler Eğitiminde Kullanılması. Sinop Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı:32.
- Başa Ş ve Kurt, S. (2017). Su ve Kanalizasyon İdarelerinde Akıllı Su Yönetimi Uygulamaları: Tekirdağ Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari İlimler Fakültesi Dergisi. 1519-1532.
- Baykal A (2007). Kil Mineralleri Ders Notu, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:323.
- Candan, D.G., Albut, S., Bağdatlı, M.C. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Entegrasyonu İle Çorlu Deresi Havza Alanı Sayısal Yükseklik Modelinin (SYM) Oluşturulması Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi / Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 12, 1 s.8-17.
- Ergüven, G.Ö. ve Şener, M. (2012). Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Faydalanarak Hayrabolu Sulama Şebekesi Bilgi Sistemi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi / Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 9, 2. 75-81
- Şahap A (2020). Veri Tabanı ve Konumsal Veri Tabanı Uygulamaları, İstanbul Üniversitesi, Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Önlisans Programı Ders Notları.
- Şener, M., Yüksel, A.N., Konukcu, F. (2007). Evaluation of Hayrabolu Irrigation Scheme in Turkey Using Comparative Performance Indicators. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 4(1). 43-54 p.

Determination of Nutritional Quality and Aerobic Stability of Sorghum, Maize, and Sorghum-Maize Mixture Silages

Sorgum, Mısır ve Sorgum-Mısır Karışımı Silajlarının Besin Kalitesi ve Aerobik Stabilitesinin Belirlenmesi


Selim ESEN^{1*}, Berrin OKUYUCU², Fisun KOÇ³, Mehmet Levent ÖZDÜVEN⁴


Abstract


The current study aimed to determine the nutritional quality and aerobic stability of sorghum, maize, and their mixture silages without any additives. Sorghum and maize were harvested at dough stage from a local farm in Tekirdağ. Fresh plant materials were chopped to a length of 2-3 cm and packed into polythene bags, and vacuumed. A total of 12 vacuum-packed silos (4 replications in each treatment) were prepared with sorghum (S), maize (M), and a mixture of sorghum-maize (SM) forage (w:w, 50:50 according to dry matter) and stored at room temperature for 60 days. The chemical and microbiological composition of silages with the rate of aerobic deterioration upon aerobic exposure were evaluated. Based on the pH and ammonia nitrogen concentration, all silages could be classified as good quality. The water-soluble carbohydrate level of the SM group increased due to mixing S and M forages, leading to improved lactic acid content. The NDF and ADF values of silages varied between 520.52-588.32 and 234.98-309.01 g kg⁻¹, and the differences between silages were significant (P<0.01). The Hemicellulose/Cellulose ratio of S, M, and SM silages were found 0.94, 1.49, and 1.18, respectively. The lactobacilli and yeast content of silages were significant and varied between 5.18-7.41 and 5.18-7.29 log cfu g⁻¹, and the highest and lowest values were observed in SM and S silages, respectively (P<0.01). No visible mold was detected in all silages after 5 days of aerobic exposure (P>0.05). The pH, CO₂, and yeast numbers were varied in groups between 4.88-6.74, 55.71-119.33 g kg⁻¹, and 8.40-9.01 log cfu g⁻¹. It was concluded that it is possible to improve the nutritional and fermentation characteristics of sorghum and maize silage by ensiling their mixture. However, it is highly recommended that silage additives should be used to guarantee and strengthen the fermentation and aerobic stability of silage mostly made by a mixture of these two energetic forage crops.

Keywords: Sorghum, Maize, Silage, Aerobic stability, Silage quality

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Selim Esen, Balıkesir Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Manyas, Balıkesir, Turkey. E-mail: selim_esen01@hotmail.com  ORCID: 0000-0003-4953-7960

²Berrin Okuyucu, Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Tekirdağ, Turkey. E-mail: berrinokuyucu25@hotmail.com  ORCID: 0000-0001-8322-5050

³Fisun Koç, Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Tekirdağ, Turkey. E-mail: fkoc@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-5978-9232

⁴Mehmet Levent Özdüven, Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Tekirdağ, Turkey. E-mail: lozduven@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-8951-8054

Atıf/Citation: Esen, S., Okuyucu, B., Koç, F., Özdüven, M.L. Determination of Nutritional Quality and Aerobic Stability of Sorghum, Maize, and Sorghum-Maize Mixture Silages. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 61-69.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

Öz

Bu çalışmada, katkı maddesi içermeyen sorgum, mısır ve bunların karışımından oluşan silajların silaj kaliteleri ve aerobik stabilite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sorgum ve mısır hamur olum döneminde Tekirdağ'daki lokal bir işletmeden temin edilmiştir. Taze bitki materyalleri 2-3 cm uzunlunda doğranarak ve polietilen torbalara konulmuş ve vakumlanmıştır. Sorgum (S), mısır (M) ve sorgum-mısır karışımından (kuru madde düzeyine göre 50:50) her bir muamele grubu için 4 tekerrür olmak üzere toplamda 12 adet vakumlanmış paket silo hazırlanmış ve oda sıcaklığında 60 gün silolanmıştır. Silajların kimyasal ve mikrobiyolojik kompozisyonları ile oksijene maruz kalması sonrası aerobik bozulma oranları birlikte değerlendirilmiştir. Elde edilen pH ve amonyak nitrojen konsantrasyonuna göre tüm silajlar iyi kaliteli sınıfta yer almıştır. S ve M'nin karışımından oluşan SM grubunda, suda çözünür karbonhidrat oranının artması laktik asit içeriğinin artmasını sağlamıştır. Silajların NDF ve ADF içeriğindeki farklar önemli olmakla birlikte sırasıyla 520.52-588.32 ve 234.98-309.01 g kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir (P<0.01). Hemiselüloz/selüloz oranı S, M ve SM gruplarında sırasıyla 0.94, 1.49 ve 1.18 olarak bulunmuştur. Silajların laktobasil ve maya içerikleri arasındaki farklar önemli olup 5.17-7.41 ve 5.18-7.29 log kob g⁻¹ arasında değişiklik göstermiş ve en yüksek ile en düşük değerler sırasıyla SM ve S silajlarında gözlemlenmiştir (P<0.01). Beş günlük aerobik maruziyet sonrasında tüm silaj gruplarında küf tespit edilmemiştir (P>0.05). Silaj gruplarında pH, CO₂ ve maya sayısı sırasıyla 4.88-6.74, 55.71-119.33 g kg⁻¹ ve 8.40-0.01 log kob g⁻¹ arasında değişmiştir. Sorgum ve mısırın birlikte silolanması ile besin ve fermentasyon kalitesini iyileştirmenin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte enerji bakımından zengin bu iki bitkinin birlikte silolanmasını garanti altına almak ve fermentasyon ve aerobik stabilitesini güçlendirmek amacıyla katkı maddelerinin kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sorgum, Mısır, Silaj, Aerobik stabilite, Silaj kalitesi

1. Introduction

Supplying high-quality roughage to livestock year-round results in high milk and meat production. Meeting these animals' nutrient demands with high-quality roughage in dry seasons and preserving them from deterioration in the rainy seasons is among the most crucial constraint for livestock production. To overcome this constraint, the crop-livestock integration system incorporate two types of annual grasses; one is forage to provide feed for livestock from late summer to early spring, and the other is a grain-producing crop to provide straw (Nakao et al., 2018). Although Turkey's ecological conditions allow the cultivation of many forage crops being suitable for silage production, maize and sorghum species and their hybrids are the most cultivated ones (Demirel et al., 2003).

Maize's popularity is derived from its high yielding potential, high energy concentration, palatability, and easy application in the total mixed ration and its all forms (e.g., grain, hay, silage) represent a principal and essential feed source for farm animals on a global scale (Szymańska et al., 2014). Feed produced from maize is also characterized by relatively low nitrogenous content and biological value (Daniel et al., 2008). Therefore, it should be used together with other roughage and concentrated feed.

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is characterized by drought resistance and salinity tolerance, high water-soluble carbohydrates, and greater biomass yield than maize (Rocateli et al., 2012; Pinho et al., 2015). Moreover, dual-purpose sorghum hybrids can reach 68% more dry matter (DM) yield than wild ones due to their number of panicles (Da Silva et al., 2012). The nutritional quality of sorghum is influenced by the genotype, specific size, life cycle, and breeding purpose is classified into four main groups according to their stem, number of panicles, and stem-leaf ratio: grain, forage, grazing, and broom (Neto et al., 2017; Perazzo et al., 2014). In addition to these factors, plant height, maturity stage at harvest, chopt length, and additives also influence sorghum's nutritional quality of ensiling (Zurak et al., 2018; Da Silva et al., 2012). It was stated in the literature that some sorghum varieties did not meet the nitrogen requirements of ruminants when fed without a concentrate-free diet and resulted in insufficient total digestible nutrients (Kaewpila et al., 2021). The cell wall components of sorghum silages (ADF and ADL content) decrease ruminants' acceptance rate and reduce forage digestibility (Thomas, 2013).

On the other hand, sorghum's production cost is lower than maize in a single seeding with more than one cut, and the nutritional quality is 10-15% lower than maize (Carvalho et al., 2016). Also, sorghum's high moisture content and thick stem structure make it more suitable for ensiling than hay production (Liang et al., 2018). One main challenge to make a good quality sorghum silage is that its low DM content. It is possible to increase the DM content of sorghum ensiling with maize without any preservatives. Therefore, this study aimed to investigate the fermentation and nutritional quality, and aerobic stability of sorghum (S), maize (M), and sorghum-maize mixture (SM) silages without any preservatives.

2. Materials and Methods

Sorghum cultivar of ES Hyperion (Euralis) and maize hybrid of BC 678 (BC Institut) were harvested at dough stage from a local farm in Tekirdağ in 2019, and then study material was immediately transferred into the Animal Feed and Nutrition Laboratory of Tekirdag Namik Kemal University for silage preparation and further analysis. The total precipitation and average temperature of the experimental year were 299.0 mm and 15.7°C, respectively. Since the total precipitation was not sufficient, forage water demands were supplied by irrigation fortnightly (Figure 1).

At the laboratory, fresh plant materials were chopped to a length of 2-3 cm and packed into polythene bags, and sealed by a vacuum sealer (CAS CVP-260PD) (Tan, 2021; Büyüktosun and Tan, 2015). A total of 12 vacuum-packed silos (4 replications in each treatment) were prepared with sorghum, maize, and a mixture of sorghum-maize forage (w:w, 50:50 according to DM) stored. The chemical and microbiological composition of S, M, and SM ensiling was given in Table 1.

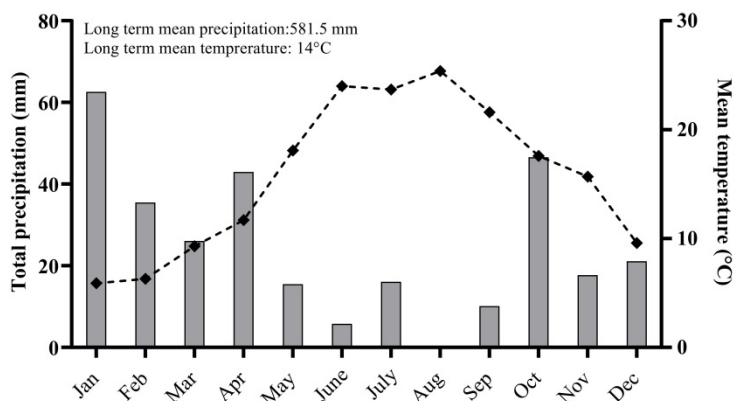


Figure 1. Monthly total precipitation and mean temperature in 2019 at Tekirdag, Turkey.

The vacuum-packed silos were opened at the end of 60 days of ensiling, and pH, DM, WSC and lactic acid content of silages were determined immediately (Anonymous, 1986; Chen et al., 1994; Koç and Çoşkuntuna, 2003). The ammonia nitrogen (NH₃-N) content of silages was carried using the micro distillation method (Anonymous, 1986). Aerobic stability test in bottle systems for 5 days described by Asbell et al. (1991) was subjected simultaneously. At the end of the aerobic stability test, change in pH, production of carbon dioxide (CO₂), number of yeast and mold were used as an indicator. Enumeration of LAB, yeast, and mold of silages was determined using MRS (de Man, Rogosa and Sharpe) and potato dextrose agar, according to Seale et al. (1990) and presented on fresh and wet silages basis.

Table 1. Chemical and microbiological composition of starting materials

Item	S	M	SM
DM, g kg ⁻¹	250.2	330.0	283.2
pH	5.8	6.0	6.3
CP, g kg ⁻¹ DM	80.02	61.10	72.85
WSC, g kg ⁻¹ DM	122.0	135.7	130.0
<i>Lactobacilli</i> , log ₁₀ cfu g ⁻¹	2.18	3.00	2.78
Yeast, log ₁₀ cfu g ⁻¹	5.18	6.90	6.10
Mould, log ₁₀ cfu g ⁻¹	<10	<10	<10

DM: Dry Matter, CP: Crude Protein, WSC: Water Soluble Carbohydrate, cfu: colony-forming unit

The proximate analysis of fresh material and silages was performed according to AOAC (1990). The Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and acid detergent lignin (ADL) of silages was determined according to Van Soest et al. (1991).

The digestible dry matter (DDM) and dry matter intake (DMI) of silages were calculated using NDF and ADF values by the given equations below (Moore and Undersander, 2002). Then DDM and DMI values were used to calculate the relative feed value (RFV) of silages by the following equations (1, 2, 3) developed by Van Dyke and Anderson (2002).

$$DDM (\%) = 88.9 - 0.779 \times ADF \tag{Eq.1.}$$

$$DMI (\%) = 120 \div NDF \tag{Eq.2.}$$

$$RFV = DDM \times DMI \times 0.775 \tag{Eq.3.}$$

The effect of treatments on fermentation quality and nutritive value of silages were analyzed using the GLM procedure of Minitab (2014) statistical package programs, and least-squares means were compared using Tukey's multiple comparison tests. The following statistical model (Eq.4) was used:

$$y_{ij} = \mu + a_j + e_{ij} \tag{Eq.4.}$$

Where y_{ij} = observed value; μ = overall mean; a_i = effect of treatment; e_{ij} = effect of the experimental error.

3. Results and Discussion

An adequate level of DM, WSC, and buffering capacity (BC) of ensiled plant material is required to achieve good quality silage, and it was stated in the previous studies that the DM content of ensiled plant material is desired to be around 300-350 g kg⁻¹ to ensure sufficient fermentation in the silo (Neto et al., 2017). A desirable WSC level is also required for a rapid decrease in pH at the initial phase of the fermentation and produces more lactic acid bacteria (LAB) to protect silage microflora against spoilage (Başkavak et al., 2008). The silo's fermentation is often checked with the measuring pH and NH₃-N level due to its practical application. Kaya and Polat (2010) have classified the silages within the pH range between 3.7-4.2 as good quality. Also, Veriato et al. (2018) considered the silages as very good (<100 g kg⁻¹), good (100-150 g kg⁻¹), medium (150-200 g kg⁻¹), and bad (>200 g kg⁻¹) quality according to their NH₃-N content. The DM and WSC content of fresh S, M, and SM silage was 250.2, 330.0, and 283.2 g kg⁻¹; 122.0, 135.7, and 130.0 g kg⁻¹, respectively (Table 1). Considering the WSC, the levels observed in this investigation are lower than those reported by Neto et al. (2017) but higher than Alhaag et al. (2019).

The pH of silages was significant (P<0.05) and below 4.2, which means all silages could be classified as good quality dealing with obtained values. The highest (4.13) and the lowest (3.90) pH values were observed in the SM and S groups. The DM of silages was found significant (P<0.01) in the present study. Also, the differences among the silage groups in NH₃-N content were significant (P<0.01); all silages could be classified as good quality (NH₃-N<100 g kg⁻¹ TN). The NH₃-N parameter is also used to determine the level of proteolysis in silages. The NH₃-N is mainly derived from amino acid catabolism and degradation products of some biochemical processes such as deamination, decarboxylation, and oxidation and reductions, resulting in heating in the silo mass (Veriato et al., 2018). In contrast, well-preserved silages with low proteolytic activity may improve microbial protein synthesis in the rumen (Sucu et al., 2016).

In the current study, the S group's LA content was recorded significantly higher than the M and MS groups (P<0.01). It was also suggested that the LA content of silages must be greater than 20 g kg⁻¹ to yield good quality silages (Kaya and Polat, 2010). The WSC content of pre-ensiled material also affects the lactic acid (LA) content of silages. In general, high WSC may induce more LA production during ensiling. The WSC of the SM group was increased due to mixing S and M forages, leading to improved LA content (Table 2). The results derived from this study were in agreement with the findings of Kaplan (2013) and Pinho et al. (2015), who stated increased level of WSC enhanced the LA content of silage and accounted for a lower pH value.

Table 2. Fermentation quality and chemical composition of silages

Item	Treatments			P
	S	M	SM	
DM	247.05±7.06 ^c	328.72±9.73 ^a	275.31±1.93 ^b	**
pH	3.90±0.02 ^b	4.05±0.01 ^{ab}	4.13±0.14 ^a	*
CP	75.44±2.91 ^a	60.72±1.46 ^c	69.46±1.17 ^b	**
Ash	67.34±0.60 ^a	35.84±2.85 ^c	52.45±0.84 ^b	**
NDF	554.43±3.92 ^b	520.52±4.02 ^c	588.32±10.19 ^a	**
ADF	309.01±12.03 ^a	234.98±4.33 ^b	294.57±2.56 ^a	**
ADL	47.32±3.20	42.80±2.44	46.61±3.67	NS
H _{cell}	245.41±15.63 ^b	285.53±8.26 ^a	293.75±10.64 ^a	*
Cell	261.69±9.04 ^a	192.18±2.99 ^c	247.96±6.13 ^b	**
WSC	15.35±0.82 ^a	2.95±0.16 ^c	4.41±0.32 ^b	**
NH ₃ -N	86.24±2.18 ^a	74.97±2.94 ^b	85.82±2.10 ^a	**
LA	39.54±8.84 ^a	12.02±2.54 ^b	19.29±1.00 ^b	**
RFV	108.74±0.95 ^b	126.13±0.43 ^a	104.28±1.83 ^c	**
DDM	64.83±0.94 ^b	70.60±0.34 ^a	65.95±0.20 ^b	**
DMI	2.16±0.02 ^b	2.31±0.02 ^a	2.04±0.04 ^c	**

^{a,b,c} Values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05

DM: Dry Matter, g kg⁻¹; CP: Crude Protein, g kg⁻¹ DM; Ash, g kg⁻¹ DM; NDF: Neutral Detergent Fiber, g kg⁻¹ DM; ADF: Acid Detergent Fiber, g kg⁻¹ DM; ADL: Acid Detergent Lignin, g kg⁻¹ DM; H_{cell}: Hemicellulose, g kg⁻¹ DM; Cell: Cellulose, g kg⁻¹ DM; WSC: Water Soluble Carbohydrate, g kg⁻¹; NH₃-N: Ammonia Nitrogen, g kg⁻¹ TN; LA: Lactic Acid, g kg⁻¹ DM; RFV: Relative feed value; DDM: Digestible Dry Matter, %; DMI: Dry Matter Intake, %; NS: Not significant (P>0.05); *: P<0.05; **: P<0.01; ***: P<0.001

Differences with respect to the CP and ash content among the silage groups were found significant ($P < 0.01$). This result was expected because it was stated by some researchers in the earlier studies that the forage quality may strongly be affected by species, genotype, maturity at harvesting period, steam/leaf ratio, number of panicles (Cândido et al., 2002; Da Silva et al., 2012). The results were consistent with an adequate CP level for the functioning of ruminal microbiota (Pinho et al., 2015). Ash referring to mineral content in forages, influenced by maturity, is found higher in seed than those of other parts. The ash content of silages ranged between 35.84 to 67.84 g kg⁻¹, and the differences among the treatments were significant ($P < 0.05$). The obtained results were lower than the findings reported by Sucu et al. (2016) for M silage but higher than S silage. These results were also determined higher than the findings stated by Dundar et al. (2020) for S and SM silages.

The NDF and ADF values of silages, indicative of the amount of forage fiber, were varied between 520.52-588.32 and 234.98-309.01 g kg⁻¹, and the differences among the silages in terms of NDF values were found significant ($P < 0.01$). Some researchers reported that the level of NDF is above 600 g kg⁻¹, NDF negatively affects the DM consumption of ruminants, if the ADF level is above 300 g kg⁻¹, ADF hinders feed fragmentation and digestion by ruminal bacteria (Gonçalves et al., 2010; Veriato et al., 2018). Based on the obtained results, fiber levels of silage groups were close to those reported for sorghum and maize silages. On the other hand, the ADL content of silages did not differ in the groups ($P < 0.05$). This situation may be derived from the harvesting of these crops at the same maturity stages. Several authors emphasized that the lignin content of forages increased with the advancement of the stage of maturity (Ferreira and Mertens, 2007; Gonçalves et al., 2010; Nurk et al., 2016).

Ruminants can benefit more from feeds with a high hemicellulose (H_{cell})/cellulose (Cell) ratio due to the easy degradation of H_{cell} than Cell. The H_{cell} and Cell values of silages were determined significant ($P < 0.05$ and $P < 0.01$). In the present study, H_{cell} /Cell ratios of S, M, and SM silages were found as 0.94, 1.49, and 1.18, respectively. The results from this study for S silage were lower than the findings of Veriato et al. (2018), who evaluated the seventeen S genotypes but higher than those noted by Dundar et al. (2020), who applied different irrigation levels for ensiled material.

The differences in terms of RVF, DDM, and DMI between among the silage groups were significant ($P < 0.01$). While the M silages had the highest values, the SM silages showed the lowest value (except for DDM in S silages). Based on the results from the present study, S (108.74) and SM (104.28) silages were categorized in the second quality class, while the M (126.13) silages were evaluated in the first class according to legume, grass, or mixed hay quality standards developed by American Forage and Grassland Council (Kaplan et al., 2014). Similar RFV values of forage S and M were also stated by Neves et al. (2015) and Kızılsimşek et al. (2020).

Kaewpila et al. (2021) indicated that to promote lactic acid fermentation, the fresh form of ensiling material must include at least 5 log cfu g⁻¹ epiphytic bacteria. Otherwise, harmful bacteria should not be controlled during the ensiling period without any silage additives. In this study, the number of epiphytic bacteria was smaller than the recommended values. The microbiological composition of silages was presented in Table 3. After 60 days of the ensiling period, the number of *lactobacilli* and yeast content was significant among the silage groups ($P < 0.01$).

Table 3. Microbiological composition of silages

Item	Treatments			P
	S	M	SM	
<i>Lactobacilli</i> , log cfu g ⁻¹	5.18±0.16 ^c	6.04±0.74 ^b	7.41±0.15 ^a	**
Yeast, log cfu g ⁻¹	5.18±0.17 ^b	5.73±0.81 ^b	7.29±0.12 ^a	**
Mold, log cfu g ⁻¹	<10	<10	<10	NS

^{a,b,c} Means in the same row with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$

NS: Not significant; **: $P < 0.01$

Mixing S and M forages increased the number of *lactobacilli* and mold content of silages. The *lactobacilli* and yeast content of silages varied between 5.18-7.41 and 5.18-7.29 log cfu g⁻¹ and the highest and lowest values were observed in SM and S silages, respectively. No mold growth was detected in all silage groups. It was observed that silages with a higher *lactobacilli* content were of a lower pH value compared to others. Inconsistent with this expectation, SM silages had the most elevated pH and *lactobacilli* content. It was attributed by Khota et al. (2017) to natural bacteria present in pre-ensiled material, which may produce a different amount of short-chain fatty acids

during the fermentation process, and the interaction effect of S and M forages. Filya et al. (2004) reported that the *lactobacilli* number as 6.7 and 7.0, and yeast number as 5.8 and 5.5 log cfu g⁻¹ in sorghum and maize silages ensiled for 60 days, respectively. Sucu et al. (2016) found similar results in a study that aimed to determine the effect of ensiling density on the nutritive value of S and M silages. The obtained results from this study were in consistent with the above reports mentioned by some researchers. The aerobic stability parameters of silages are given in *Table 4*. No visible mold was detected in all silages after 5 days of aerobic exposure (P>0.05).

Table 4. Aerobic stability parameters of silages

Item	Treatments			P
	S	M	SM	
DM, g kg ⁻¹	252.61±0.98 ^c	342.60±7.24 ^a	283.91±3.24 ^b	**
pH	4.88±0.25 ^c	6.74±0.03 ^a	6.35±0.01 ^b	**
CO ₂ , g kg ⁻¹ DM	55.71±9.93 ^b	118.78±5.07 ^a	119.33±0.98 ^a	**
Yeast, log cfu g ⁻¹	8.40±0.15 ^c	9.08±0.03 ^a	8.71±0.02 ^b	**
Mold, log cfu g ⁻¹	<10	<10	<10	NS

^{a,b,c} Values within a row with different superscripts differ significantly at P<0.05

DM: Dry Matter; NS: Not significant; **: P<0.01

The pH, CO₂, and yeast numbers varied in silage groups between 4.88-6.74, 55.71-119.33 g kg⁻¹, and 8.40-9.01 log cfu g⁻¹. Vissers et al. (2007) noted that to start the deterioration process, the pH and yeast numbers in silages must be above 5 and 7 after exposure to air, respectively. However, the differences among the silages with respect to pH, CO₂, and yeast numbers were significant (P<0.01) (Toruk et al., 2010). As seen in *Table 4*, the deterioration process appeared in all silage groups. Ruppel et al. (1995) reported that a decrease of exposed time of silages to air without spoiling before removal from the silo caused these results. On the other hand, one unexpected finding was the highest CO₂ level (119.33 g kg⁻¹) observed in SM silages. This unexpected result could be attributed to the acceleration of microbial activity at high pH and the increased risk of O₂ due to negative gas pressure in the silo (Li et al., 2017).

4. Conclusions

In this study, fermentation and nutritional characteristics of two forage crops, maize and sorghum, frequently used by livestock enterprises, and their mixtures were evaluated without any additives. Results showed that to improve the nutritional and fermentation characteristics of silages, sorghum and maize may be ensiled as a mixture. On the other hand, it was highly recommended that silage additives should be used to guarantee and strengthen the fermentation and aerobic stability of silages mostly made by a mixture of these two energetic forage crops.

References

- Alhaag, H., Yuan, X., Mala, A., Bai, J., Shao, T. (2019). Fermentation characteristics of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus* species isolated from sweet sorghum silage and their application as silage inoculants. *Applied Sciences (Switzerland)* 9(6):1247.
- Anonymous. (1986). The analysis of agricultural material. Reference Book. P. 427-428, London, United Kingdom
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC
- Ashbell, G. Z.G. Weinberg. A. Azrieli. Y. Hen. and B. Horev. (1991). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Canadian Agricultural Engineering* 33. 391-393.
- Başkavak, S., Özdüven, M.L., Polat, C., Koç, F. (2008). The effects of lactic acid bacteria+ enzyme mixture silage inoculant on wheat silage. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(3):291-296.
- Büyüktosun, N., Tan, F. (2015). Farklı özelliklerdeki Polietilen Malzemelerin paket silajlarda kullanımı ve yem kalitesi üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(3):62-67.
- Carvalho, W.G., Costa, K.A.D.P., Epifanio, P.S., Perim, R.C., Teixeira, D.A.A., Medeiros, L.T. (2016). Silage quality of corn and sorghum added with forage peanuts. *Revista Caatinga* 29 (2): 465–472
- Chen, J., Stokes, M.R., Wallace, C.R. (1994). Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of hay, crop and corn silages. *Journal of Dairy Science* 77: 501-512
- Da Silva, T.C., Santos, E.M., Macedo, C.H.O., De Lima, M.A., Bezerra, H.F.C., Azevêdo, J.A.G., Rodrigues J.A.S., De Oliveira, J.S. (2012). Divergence of the fermentative and bromatological characteristics of 25 sorghum hybrid silages. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(5): 1127-1133
- Daniel, B., Branislav, G., Miroslav, J., Milan, Š., Jaroslava, M., Erika, G., Michal, T. (2008). Fermentation process characteristics of different maize silage hybrids. *Journal of Central European Agriculture* 9 (3): 463–467
- Demirel, M., Cengiz, F., Erdoğan, S., Çelik, S. (2003). Değişik oranlarda sudan otu ve macar fiğinden yapılan silajların kalitatif özellikleri ve rumende parçalanabilirlikleri üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 27 (4): 853-859
- Dundar, M., Yucel, C., Unlu, M., Oluk, A. (2020). Çukurova Koşullarında Farklı Su Düzeylerinin Tatlı Sorgumun Biyokütle Verimine ve Yem Kalitesine Etkileri. *Derim*, 37 (1):86-94
- Ferreira, G., Mertens, D.R. (2007) Measuring detergent fibre and in- soluble protein in corn silage using crucibles or filter bags. *Animal Feed Science and Technology* 133 (3-4):335-340
- Filya, I., Sucu, E., Karabulut, A. (2004). The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. *Journal of Applied Microbiology* 97: 818-826
- Gonçalves, J.R.S., Pires, A.V., Susin, I., Lima, L.G., Mendes, C.Q., Ferreira, E.M. (2010). Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim- elefante na alimentação de bovinos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39 (9): 2032-2039
- Kaewpila, C., Gunun, P., Kesorn, P., Subepang, S., Thip-Uten, S., Cai, Y., Pholsen, S., Cherdthong, A., Khota, W. (2021). Improving ensiling characteristics by adding lactic acid bacteria modifies in vitro digestibility and methane production of forage-sorghum mixture silage. *Scientific Reports*, 11 (1):1-9.
- Kaplan, M. (2013). The Effect of Variety on the Chemical Composition and Ensiling Characteristics of Sorghum Plant. *KSU Journal of Agriculture and Nature* 16 (2): 34-38
- Kaplan, M., Kökten, K., Akçura, M. (2014). Determination of silage characteristics and nutritional values of some triticale genotypes. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences* 1(2): 102-107
- Kaya, Ö., Polat, C. (2010). Tekirdağ ili koşullarında I. ve II. ürün olarak yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinin silaj fermantasyon özellikleri ve yem değerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(3): 129-136.
- Khota, W., Pholsen, S., Higgs, D. Cai, Y. (2017). Fermentation quality and in vitro methane production of sorghum silage prepared with cellulase and lactic acid bacteria. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 30:1568-1574
- Kızılsimşek, M., Günaydn, T., Aslan A., Keklik, K., Açıkgöz, H. (2020). Improving Silage Feed Quality of Maize Intercropped with Some Legumes. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences* 7(1): 165–169
- Koç, F., Coşkuntuna, L. (2003). The comparison of the two different methods on the determination of organic acids in silage fodders. *Journal of Animal Production* 44 (2): 37-47
- Li, M., Shan, G., Zhou, H., Buescher, W., Maack, C., Jungbluth, K.H., Lipski, A., Grantz, D.A., Fan, Y., Ma, D., Wang, Z., Cheng, Q., Sun, Y. (2017). CO₂ production, dissolution and pressure dynamics during silage production: multi-sensor-based insight into parameter interactions. *Scientific Reports* 7(1): 14721

- Liang, H., Zhang, J., Liu, G., Li, Y., You, Y., Zhao, H., Yang, Y., Fa, Y., Zhang, J., Zeng, B. (2018). Effects of mixed modes on fermentation quality and In vitro gas dynamics of sorghum-sudangrass hybrid (*Sorghum bicolor* × *S. sudanense*) silage. *Semina: Ciências Agrárias* 39 (6): 2807-2820
- Minitab. (2014). Minitab I: Statistical software for Windows, Release 17. Minitab Incorporation, USA
- Moore, J.E., Undersander, D.J. (2002). Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*. 10-11 January, P. 16-29. Florida, USA.
- Nakao, A.H., Andreotti, M., Soares, D.A., Modesto, V.C., Dickmann, L. (2018). Intercropping *Urochloa brizantha* and sorghum inoculated with *Azospirillum brasilense* for silage. *Revista Ciencia Agronomica* 49 (3): 501–511
- Neto, A.B., Dos Reis, R.H.P., Da Silva Cabral, L., De Abreu, J.G., De Paula Sousa, D., Pedreira, B.C., Mombach, M.A., Balbinot, E., De Carvakho, P., Da Silva Carvalho, A.P. (2017). Fermentation characteristics of different purposes sorghum silage. *Semina: Ciências Agrárias* 38 (4): 2607–2618
- Neves, A.L.A., Santos, R.D., Pereira, L.G.R., Oliveira, G.F., Scherer, C.B., Verneque, R.S., McAllister, T. (2015). Agronomic characteristics, silage quality, intake and digestibility of five new Brazilian sorghum cultivars. *Journal of Agricultural Science* 153(2): 371–380
- Nurk, L., Böhle, L., Wachendorf, M. (2016). Degradation of Fibre and Non-fibre Fractions During Anaerobic Digestion in Silages of Maize, Sunflower and Sorghum-Sudangrass of Different Maturities. *Bioenergy Research* 9 (3): 720–730.
- Perazzo, A.F., De Carvalho, G.G.P., Santos, E.M., Pinho, R.M.A., Campos, F.S., Macedo, C.H.O., Azevêdo, J.A.G., Tabosa, J.N. (2014). Agronomic evaluation of 32 sorghum cultivars in the Brazilian semi-arid region. *Revista Brasileira de Zootecnia* 43 (5): 232–237
- Pinho, R.M.A., Santos, E.M., De Oliveira, J.S., Bezerra, H.F.C., De Freitas, P.M.D., Perazzo, A.F., Da Silva Ramos, R.C., Da Silva, A.P.G. (2015). Sorghum cultivars of different purposes silage. *Ciência Rural* 45 (2): 298-303.
- Rocateli, A.C., Raper, R.L., Balkcom, K.S., Arriaga, F.J., Bransby, D.I. (2012). Biomass sorghum production and components under different irrigation/tillage systems for the southeastern US. *Industrial Crops and Products* 36 (1): 589-598
- Ruppel, K.A., Pitt, R.E., Chase, L.E., Galton, D.M. (1995). Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. *Journal of Dairy Science* 78: 141-153
- Seale, D.R., Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F., Lowe, J.F. (1990). Methods for the microbiological analysis of silage. *The Eurobac Conference*. 12-16 August, P.147. Uppsala, Sweden.
- Sucu, E., Kalkan, H., Canbolat, O., Filya, I. (2016). Effects of ensiling density on nutritive value of maize and sorghum silages. *Revista Brasileira de Zootecnia* 45 (10) 596–603.
- Szymańska, G., Sulewska, H., Selwet, M. (2014). Hygienic condition of maize silage (*Zea mays* L.) depending on cutting height and ensiling additive. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38(3): 354–361
- Tan, F. (2021). Laboratory type silage making Technique. Sustainable Agriculture And Livestock For Food Security Under The Changing Climate.
- Toruk, F., Koç, F., Gönüol, E. (2010). Aerobik stabilite süresince paket silajlarında renk değişimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(1):23-30.
- Van Dyke, N.J., Anderson, P.M. (2002). Interpreting a forage analysis. Alabama Cooperative Extension, Circular ANR-890.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 1991 74: 3583-3597
- Veriato, F.T., De Assis Pires, D.A., Tolentino, D.C., Alves, D.D., Jayme, D.G., Moura, M.M.A. (2018). Fermentation characteristics and nutritive values of sorghum silages. *Acta Scientiarum - Animal Sciences* 40, 1-9.
- Vissers, M.M.M., Driehuis, F., Te Giffel, M.C., De Jong, P., Lankveld, J.M.G. (2007). Concentrations of butyric acid bacteria spores in silage and relationships with aerobic deterioration. *Journal of Dairy Science* 90: 928-936
- Zurak, D., Grbeša, D., Kljak, K. (2018). Physical properties and fermentation profile of maize silage on large farms in Croatia. *Journal of Central European Agriculture* 19 (1): 126–141

İnsansız Hava Aracı (Drone) ile Erozyon Alanlarının Tespiti: Trakya Yarımadası Örneği

Identification of Erosion Sites With an Unmanned Aerial Vehicle (Drone): The Case of Thrace Peninsula

Hüseyin SARI


Öz

Bu çalışma, Trakya Yarımadası'nda tespit edilen erozyon bölgelerinin alan ve hacimlerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak hesaplanması amacı ile gerçekleştirilmiştir. Uzaktan algılama ile yapılan ölçümler hem zaman kazanımı hem de fazla işgücünün önüne geçmektedir. Ayrıca drone ile çekim yapılabilecek araziler için satın alınabilecek uydu görüntülerinden daha az maliyetli olmaktadır. Bu amaçla, bölgede doğal karakteristikleri farklılık gösteren 13 erozyon alanı incelenmiş ve insansız hava aracı (drone) ile görüntüler elde edilmiştir. Çalışmada İHA verilerinin kalibrasyonu amacıyla sınırları belli olan ve doğaya zarar vermeyen beyaz boya ile sınırları belirlenmiş ve çeşitli yüksekliklerden bu alanların tüm ölçümleri (uzunluklar, açılar vb.) yapılmıştır. Sınırları belirlenen alanlar daha sonra İHA görüntüleri alınarak CBS yazılımları ve grafik programı "Autodesk Inventor" ile çeşitli proseslerden geçirilerek hacim hesaplaması yapılmıştır. Görüntülerde farklılık olmaması için uygun hava koşulları beklenmiş ve birleştirilecek olan İHA görüntüleri benzer hava şartlarında elde edilmiştir. Farklı hava koşullarında alınan görüntülerin birleştirilmesinde ışık, gölge gibi faktörlerin hesaplamalarda herhangi bir sapmaya neden olmaması ve görsel olarak farklılık oluşturmaması için özen gösterilmiştir. Toplam 13 adet erozyon alanlarından görüntüler alınmış ve çalışmada koordinat sistemi olarak WGS 1984 (World Geodetic System 1984) kullanılmıştır.

Bu görüntüler birleştirilerek bu alanların ortomozaik görüntüleri oluşturulmuştur. Görüntülerdeki bölgelerin alan ve hacimlerinin yanı sıra kalibrasyonları da yapılmıştır. Yapılan çalışmada, kalibrasyon için küçük bir alanın kullanılması alansal hesaplamada doğruluk oranını %90'ın üzerine çıkarırken hacim ölçümlerinde ise bu oran uçuş yüksekliğine göre %60 – 78 arasında bulunmuştur.

Yaklaşık 100 m² alanda yapılan kalibrasyon çalışmasında 100 metre yükseklikten çekilen görüntüde 12 fotoğraf, 10 metre yükseklikten çekilen görüntüde ise 103 fotoğraf kullanılmıştır. Buna göre, yerden 10 metre yükseklikten çekilen görüntüde hacimsel doğruluk oranı %78,57 bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Trakya, Erozyon, CBS, İHA, Toprak

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hüseyin SARI, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Tekirdağ-Türkiye E-mail: hsari@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-8903-5618

Atıf/Citation: SARI H. İnsansız Hava Aracı (Drone) ile Erozyon Alanlarının Tespiti: Trakya Yarımadası Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 70-79.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

The present study was conducted to determine the areas and volumes of erosion zones in Thrace peninsula using geographical information systems (GIS). Measurements made with remote sensing both save time and prevent excess workforce. In addition, it is less costly than satellite images that can be purchased for areas where drones can be shot. For this purpose, 13 erosion sites with different environmental characteristics were examined and images were obtained with an unmanned aerial vehicle (UAV) in the study area. To calibrate the UAV data, the boundaries were determined using nature-friendly white paint. Then, all measurements (lengths, angles, etc.) of these areas were calculated from various altitudes. Volume of the determined areas then processed using GIS software and a graphic program named "Autodesk Inventor". All of the UAV tasks were taken under suitable weather condition in order to avoid any difference in the images. Further, the UAV images to be combined were obtained under similar weather conditions to ensure that factors such as light and shadow do not cause any deviation in the calculations and create visual differences. Images were taken from a total of 13 erosion areas and WGS 1984 (World Geodetic System 1984) was used as the coordinate system in the present study.

Orthomosaic images of these areas were created by combining the images. In addition to the areas and volumes of the regions in the images, calibration analyzes were also made. Using a small area for calibration in the study increased the accuracy of area measurement rate above 90%, while this rate was found between 60 - 78% in volume measurement depending on the flight altitude.

12 photos were used in the image taken from a height of 100 meters and 103 from a height of 10 meters in the calibration from approximately 100 m². Accordingly, the volumetric accuracy rate was found to be 78.57% in the image taken from a height of 10 meters from the ground.

Keywords: Thrace, Erosion, GIS, UAV, Soil

1. Giriş

Erozyon olayı ile toprakta bulunan organik madde ve taşınan üst toprak ile toprağın verimliliği azalmakta bunun yanı sıra taşınan materyal ile göletler veya barajlar bu materyaller ile dolarak normal kullanım sürelerinden daha erken zamanlarda dolmaktadır. Doğal kaynakların ve toprağın korunması bakımından erozyonla mücadele çok önem arz etmektedir. (Atalay, 1987; Balcı, 1996; Kantarcı, 2000). Türkiye'nin en önemli çevresel problemlerinden biride su erozyonudur (Özşahin 2016).

Erozyon miktarının doğru ölçümü, farklı senaryolarda aşındırıcı süreci daha iyi anlamak ve eğimli alanlarda toprak kaybını azaltmayı amaçlayan verimli kurtarma stratejilerini teşvik etmek için anahtar bir faktördür (Cerdan ve ark., 2010; Di Stefano ve ark. 2017).

Sahip olduğu doğal ortam özellikleri ile erozyon olaylarının en fazla görüldüğü ülkelerden birisi olan Türkiye'de arazilerin önemli bir kısmı hızlandırılmış erozyon olayı ile karşı karşıyadır. Trakya Yarımadası hızlandırılmış erozyonun en yaygın olarak görüldüğü alanların başında yer almaktadır (Özşahin, 2015).Yapılan çalışmaların birçoğunda erozyon modellemesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin mükemmel bir araç olduğu vurgulanmıştır (Shrestha 1997; Shrestha 2000; Wessels ve ark., 2001; Yang ve ark., 2003; Özşahin 2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri modellemeleri sadece insan etkisinin erozyon üzerine olan etkileri konusunda tahminde bulunmaz, bunun yanı sıra karışık sistemlerin ve farklı senaryoların bu sistemleri uygulayanlar tarafından rahatlıkla görüntülenmesini sağlamaktadır. Kullanılan bu modellerde iklim, toprak, eğitim, vejetasyon gibi birçok veri bir Coğrafi Bilgi Sistemleri içinde bozulmuş ve işlenebilir alanların tanımlanma ve haritalanması için veri olarak kullanılabilir (Jaroslav ve ark. 1996; Shigeo ve ark. 1998; Özyavuz 2011).

Dengiz ve ark. (2009) geleneksel yöntemlerin, verileri toplamak ve heterojen toprak erozyonunu ölçmek için yüksek işçilik maliyeti ve zaman gerektirdiğinden, bu ölçümlerin zor olabileceğini belirterek CBS ve Uzaktan algılama çalışmaları ile bu çalışmaların yapılmasının daha yararlı olacağını belirtmişlerdir.

Öncelikle vejetasyon ve arazi kullanımının, uzaktan algılama ile elde edilen veriler ortaya konularak yapılan örnek çalışmalar göstermiştir ki; uzaktan algılama teknikleri ile desteklenen Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin erozyon modellemesinde kullanılma oranını arttırmakta ve arazi çalışmalarında büyük ölçüde tasarruf sağlamaktadır (De Jong, 1994, Cyr ve ark., 1995). İran'da Batı Azerbaycan tarafından yapılan bir çalışmada arazi kullanımı ve eğimin dikliği, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak başarıyla tespit edilmiş ve farklı erozyon modellerinde test denenmiştir. Arazi çalışmalarıyla desteklenen çalışmada ulaşılamayan dağlık arazilerde uzaktan algılama ile elde edilmiş veriler vejetasyon farklılığının tespit edilmesinde büyük kolaylıklar sağlamıştır (Najmoddini, 2003). Zhang ve ark., (2021) Özellikle rüzgar erozyonu olan açık alanlarda yapılan arazi çalışmalarının yanı sıra drone tabanlı uzaktan algılamanın kullanılmasının gerekliliğini vurgulamışlardır. Eugenia ve Piar (2017), Toprak kaybı süreçlerinin daha iyi anlaşılması, arazi kullanımı ve şehir planlamasında drone kullanımının faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Kampüsü içinde yapılan bir çalışmada kampüsteki oyuk erozyonu olan kısımların ölçümü İHA ile yapılmış ve toprak kayıpları yaklaşık olarak hesaplanmıştır (Gündoğan ve ark., 2017).

Yapılan bu çalışmada erozyon alanlarının farklı şekildeki hacimlere sahip olduğundan bu şekilsel bozukluklara rağmen yaklaşık olarak bu alanların hesaplanabileceği ve doğruluk oranlarının ortaya koyulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Trakya arazisinin büyük bir kısmı gözlemlenerek belirgin bir şekilde meydana gelmiş olan erozyon bölgelerinin birkaçı örneklenmiştir. Trakya'da olan ve Trakya'nın büyük kısmını oluşturan Tekirdağ ve Kırklareli illeri tarım dışı arazilerinden toprak örnekleri alınmıştır. Bu örnekleme yapılırken toprak yapısının farklı olabileceği baz alınarak uzak bölgelerde noktalar tespit edilmiştir.

Bu çalışmada görüntü alma işleminde TR-IHA0H5909136 seri numaralı, DJI-PHANTOM 4 model İHA kullanılmıştır. Elde edilen görüntülerin işlenmesi için Intel® Core™ i7-4700HQ CPU @ 2.40 GHz işlemcili, 8 GB ram ve Windows 10 işletim sistemine ait bilgisayar ve ortofotoların işlenmesi yani ortomozaik görüntülerin

oluşturulması için Esri firmasına ait drone2map for ArcGIS programı kullanılmıştır. Oluşturulan ortomozaik görüntülerin hacim, alan hesapları ve haritalanması için ESRI firmasının ArcMap 10.6.1 yazılımı kullanılmıştır. Bunun yanı sıra Drone'un kullanımı için Pix4D ve Ctrl+DJI programlarından faydalanılmış, grafik programı Autodesk Inventor ile de kalibrasyon alanının hacmi hesaplanmıştır.

2.2. Metot

Erozyon alanlarının belirlenmesi için trakya içindeki araziler gezilerek denk gelen yerler belirlenmiş ayrıca doğa yürüyüşü yapan gruplardan da destek alınmıştır. Kırklareli ve Tekirdağ illerinde bulunan 25 noktadan sadece 13 tanesi bu ölçümlere uygun olmuştur. (Şekil 1). Kullanılmayan diğer alanlarda ağaç örtüsü veya arazinin durumu ölçümün sağlıklı yapılmasına engel olmuştur.

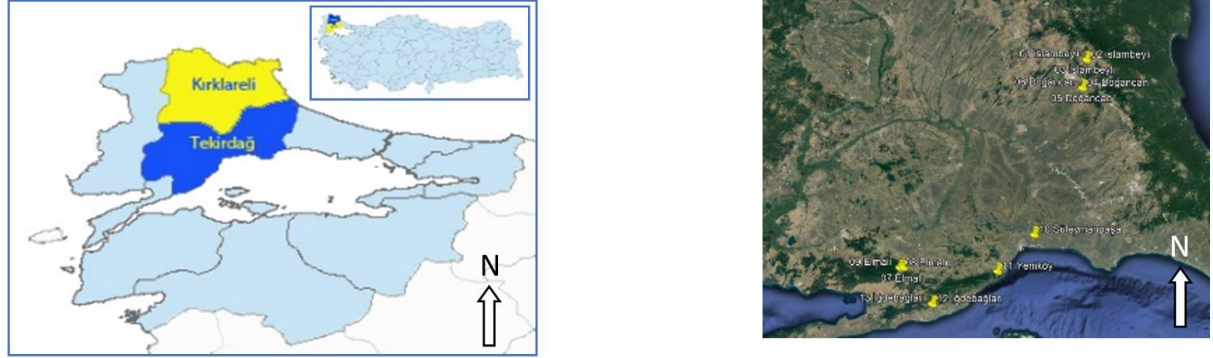


Figure 1. Study area and sampling points
Şekil 1. Çalışma alanı ve örnek alınan noktalar

2.2.1. Kalibrasyon alanının belirlenmesi

Bu çalışmada İHA verilerinin kalibrasyonu amacıyla sınırları belli olan ve açık uçları ise doğaya zarar vermeyen beyaz boya ile sınırları belirlenmiş ve çeşitli yüksekliklerden bu alanın tüm ölçümleri (uzunluklar, açılar) yapılmıştır. Kalibre için seçilen alanın ölçüm fotoğrafları Şekil 2 de gösterilmiştir.



Figure 2: Marking the calibration area and images from the sample areas
Şekil 2. Kalibrasyon alanının işaretlenmesi ve örnek alanlarından görüntüler

Daha önceki aşamada birleştirilen “D2M” uzantılı dosyalar Esri firmasına ait ArcGIS 10.6.1 yazılımının ArcMAP programı kullanılarak orthomozaik ve DTM (Digital Terrain Model) dosyaları açılmıştır. Alan ve hacim hesaplanabilmesi için işlemler aşağıdaki sıra ile gerçekleştirilmiştir.

Android telefon uygulamalarından Pix4D Capture ve Ctrl + DJI programları telefona kurulup cihazın kalibrasyonları yapılarak, Pix4D programında görüntülenecek arazinin yeri çekim tipi ve çekimin yapılacağı yükseklik işaretlenerek (Şekil 3) program başlatıldı. Her bir erozyon alanı için aynı işlemler tekrarlandı ve her alan için çekilen ortofotograflar drone'daki hafıza kartına otomatik olarak kaydedildi.

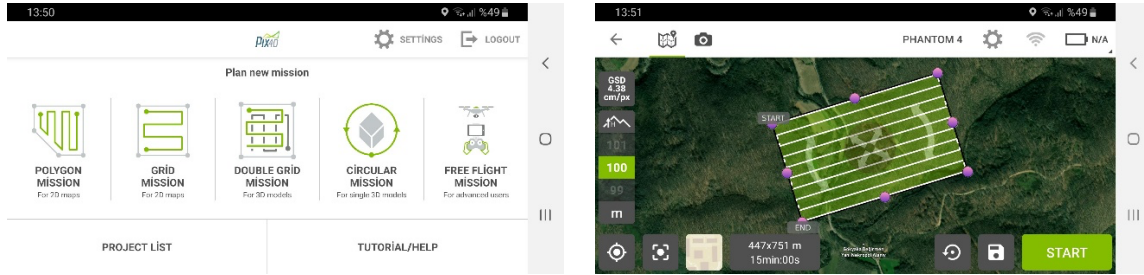


Figure 3: Marking the area to be viewed in PIX4D Capture program.

Şekil 3. Görüntülenecek alanın PIX4D Capture programında işaretlenmesi.

Bu 13 noktada drone uçuş yüksekliğinin kalkış noktalarından minimum 30 maksimum 100 m olmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır. Mevcut erozyon alanlarının tespitinden sonra arazi üzerinde İnsansız Hava Aracı (Drone) ile görüntü alma işlemine başlanmıştır. Özel yazılımlar ile alınan görüntüler drone üzerinde bulunan hafıza kartına yüklenmiştir. İHA ile alınan görüntülere örnek Şekil 4 'te verilmiştir.

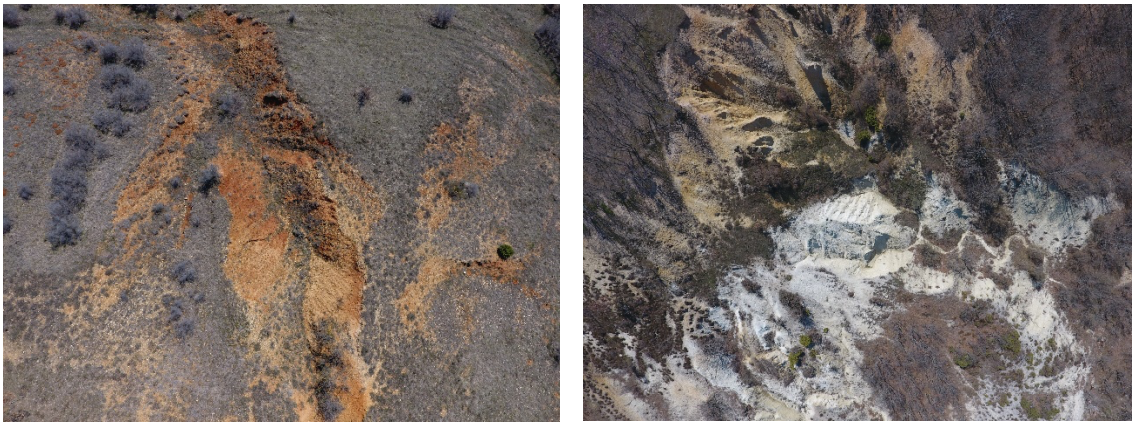


Figure 4 Examples of images taken by drone.

Şekil 4. Drone tarafından çekilen görüntülere örnekler.

Görüntüler üzerinde farklılık olmaması için, uygun hava koşulları, birbirini tamamlayacak olan görüntüler için ise benzer hava şartlarının oluşması beklenmiştir. Farklı hava koşullarında alınan görüntülerin eşleştirilmesinde ışık, gölge gibi faktörlerin, hesaplamalarda herhangi bir sapmaya neden olmasa da, görsel olarak farklılık oluşturmasının önüne geçilmesi için özen gösterilmiştir. Toplam 13 adet örnekte incelenen erozyon alanlarından görüntüler alınmış ve bu çalışmada koordinat sistemi olarak WGS 1984 (World Geodetic System 1984) kullanılmıştır.

Çalışma alanındaki 13 adet erozyon alanından alınan 4377 adet görüntü her bir erozyon alanı için ayrı ayrı klasörleştirilmiş ve Esri firmasına ait Drone2Map for ArcGIS yazılımının 1.2.161 sürümü kullanılarak birleştirilmiştir. Birleştirmenin ilk aşaması olarak koordinat sistemi seçilmiş ve birleştirilmek istenilen görüntüler yazılım ekranından import edilmiştir (Şekil 5).

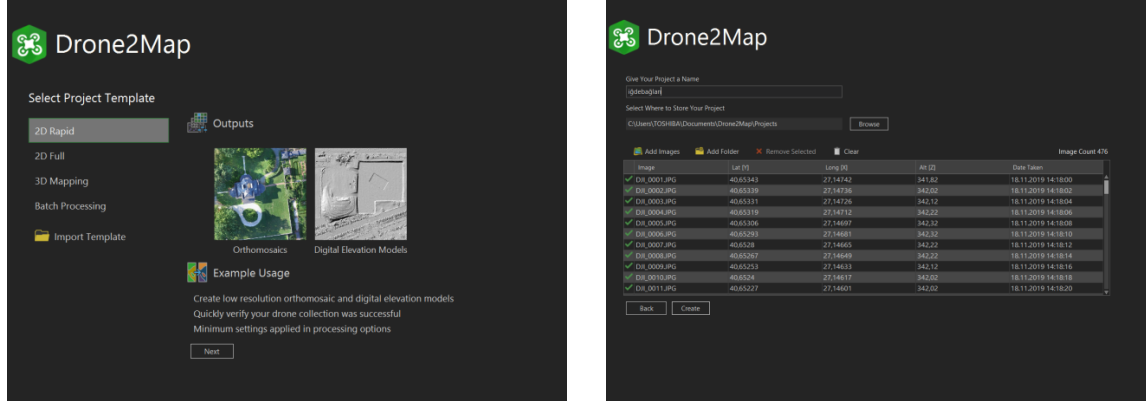


Figure 5: Uploading images to Drone2Map software

Şekil 5. Drone2Map yazılımına görüntülerin yüklenmesi

Bir sonraki aşamada harita üzerinde İHA güzergahı ve resim alınan noktaların gösterildiği ekran üzerinden start butonu ile birleştirme işlemini gerçekleştiriyoruz (Şekil 6).

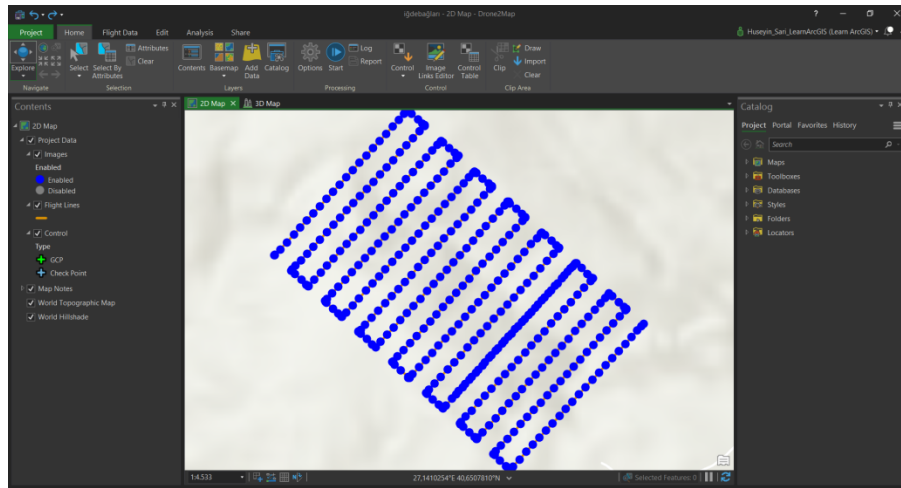


Figure 6. Combining photos in the Drone2Map program

Şekil 6. Drone2Map programında fotoğrafların birleştirilmesi

Intel® Core™ i7-4700HQ CPU @ 2.40 GHz işlemcili, 8 GB ram ve Windows 10 işletim sistemine ait masaüstü bilgisayar kullanılmış ve ESRI firmasına ait ArcGIS 10.6.1 yazılımı ve Drone2Map 1.2.161 eklentisi kullanılmıştır. Birleştirme işlemi tamamlandığında “D2M” uzantılı dosya, birleştirme öncesi gösterilen klasörde toplanmaktadır.

Boy ve Saraloğlu 2016 yılındaki çalışmasında İHA üzerindeki GNSS verilerinin doğruluğuna bağlı olarak değişmekle beraber YKN kullanılmadan, yatayda ve düşeyde 10 cm ve altında hassasiyete sahip sayısal haritalar elde edilebileceği ve buradan alan ve hacim hesaplamalarının gerçekleştirebileceğini tespit etmiştir. Yapılan çalışmalarda bu hassasiyette en belirleyici hususun İHA sistemi üzerindeki GNSS alıcısının tutarlılığı olduğu gözlenmiştir.

2.2.2. Sınırları Çizme

Her bir erozyon için orthomozaik görüntüler üzerinden erozyon alanları sınırları poligon işaretleme modeli baz alınarak yeni shapefile dosyası oluşturulmuştur. Bu shape file kullanılarak ArcMap yazılımındaki editör seçeneğinden erozyon alanları sınırları özenli bir şekilde belirlenmiştir (Şekil 7).

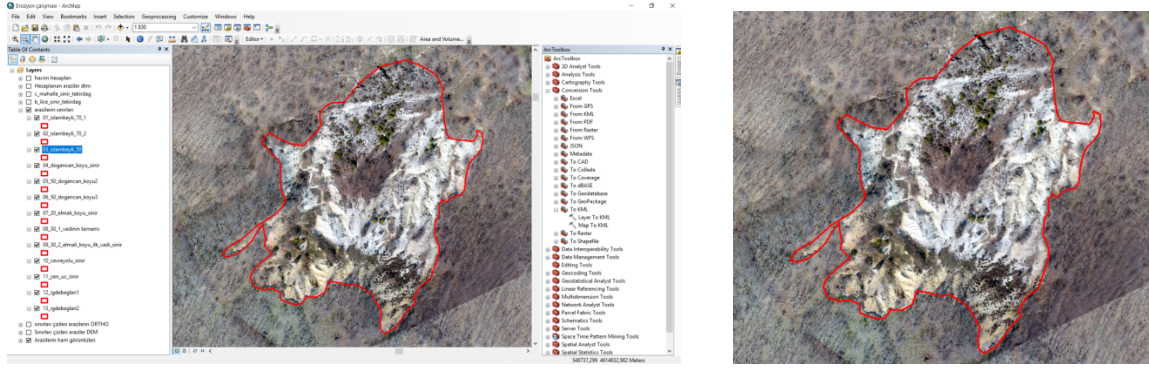


Figure 7 Determining the boundaries of the images in the ArcMap program

Şekil 7. ArcMap programında görüntülerin sınırlarının belirlenmesi

2.2.3. Kesme işlemi

Sınırları belirlenen alan ArcMap yazılımında Clip (Data Management) işlevi kullanılarak kesme işlemi gerçekleştirilmiştir. Alan ve hacim hesaplaması için gereken DTM dosyalarının da kesilmesi gerektiğinden, Drone2Map programında birleştirme sonrası oluşan DTM dosyaları da aynı işlemle kesilerek sadece erozyon bölgesinin haritası ve DTM dosyası alınmıştır (Şekil 8). Kesme işlemi gösterilmiş alan DTM dosyaları için ArcMap yazılımda yer alan “Calculate Area and Volume” işlevinden “Calculate Statistics” butonu ile sınırları çizilmiş olan bölge için hacim ve alan hesabı gerçekleştirilmiştir (Şekil 9).



Figure 8 Cut DTM file

Şekil 8. Kesme işlemi gerçekleştirilmiş DTM dosyası

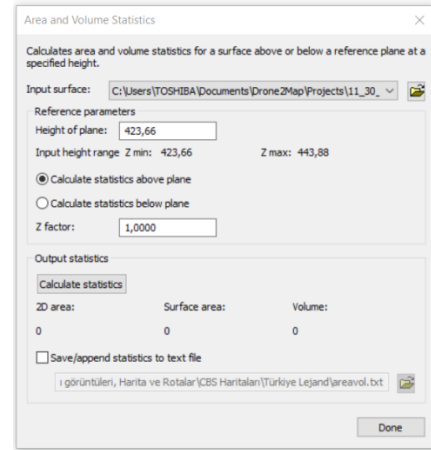


Figure 9 Calculations

Şekil 9. Hesaplamalar

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Sınırları belirlenen alanın daha sonra İHA görüntüleri alınarak ve ilgili proseslerden geçirerek CBS yazılımları ve grafik programı “Autodesk Inventor” ile hacmi hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Tablo 1’de verilmiştir.

Sarı ve Özcan (2018) yaptıkları çalışmada kalibrasyon için dikdörtgen prizması benzeri bir alan kullanmış ve hacim olarak doğruluk oranını %80’in üstünde bulmuştur. Fakat bu çalışmada üçgen prizma benzeri bir alan kullanılmıştır, bu yüzden aynı doğruluk dereceleri elde edilememiştir.

Çalışma alanında yapılan ölçümler hesaplandığında bu erozyon alanlarındaki kayıplar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Kalibrasyon için çeşitli yüksekliklerden çekilen görüntülerin alan ve hacim değerleri
 Table 1. Area and volume values of images taken from various heights for calibration

Arazi Adı	En düşük rakım (metre)	En Yüksek Rakım (metre)	Yüzey Alanı (m ²)	Doğruluk Oranı (Alan)	Hacim (m ³)	Doğruluk Oranı (Hacim)
Yeniköy 10 metre	211.43	214.96	99.28	97.92	142.01	78.57
Yeniköy 20 metre	212.44	215.12	96.37	95.05	134.71	74.53
Yeniköy 30 metre	211.39	213.87	94.79	93.50	126.24	69.85
Yeniköy 100 metre	216.13	217.82	91.62	90.36	109.48	60.57
Kalibre için ölçümü yapılan arazinin gerçek hacmi:				180.74 m ³		
Kalibre için ölçümü yapılan arazinin gerçek alanı:				101.39 m ²		

Tablo 2. CBS Yazılımı ile hesaplanan erozyon alanları değerleri
 Table 2 Erosion areas values calculated with GIS Software

Örnek Noktaları	En düşük Rakım (metre)	En Yüksek Rakım (metre)	2D Alan m ²	Yüzey Alan m ²	Volume m ³	Kayıp (ton)
01	254.87	284.16	7.510,12	8.046,07	94.577,49	250.630,35
02	257.15	291.13	3.375,30	3.487,44	46.765,80	123.929,37
03	260.79	295.59	8.953,64	9.424,01	147.088,90	389.785,59
04	179.20	191.18	413.74	424.90	1.888,16	5.003,62
05	175.07	185.14	404.18	423.88	1.862,60	4.935,89
06	176.26	185.84	331.20	339.40	1.504,15	3.986,00
07	380.93	400.82	1.532,47	1.590,65	14.856,85	39.370,65
08	428.88	448.16	1.930,23	1.968,63	14.654,69	38.834,93
09	424.23	442.52	3.599,83	3.651,72	32.315,43	85.635,89
10	41.16	58.43	6.241,26	6.410,67	58.630,32	155.370,35
11	189.88	205.58	3.614,61	3.651,41	23.830,03	63.149,58
12	113.79	159.33	6.172,18	6.908,20	116.553,41	308.866,54
13	191.36	225.67	1.672,65	1.835,78	25.107,60	66.535,14
Toplam			45.751,41	48.162,76	579.635,43	1.536.033,89

Trakya yarımadasında Kırklareli ve Tekirdağ illerinde tespit edilen ve İHA ile ölçüm imkanı olan 13 noktada yapılan çalışmada ölçülebilen erozyon alanlarının toplamı 48.162,76 m²'dir. Belirlenmiş alandaki erozyon alanlarının %15.78 i AKK sınıflamasına göre III. Sınıf arazilerde olup yaklaşık olarak 7.598 m² alana tekabül etmektedir. Bu alanın geri kalan %84.22 si ise AKK'ye göre VII sınıf arazilerde bulunmaktadır. Bunun alanı ise 40.563 m²'dir.

Büyük Toprak Gurubu olarak incelendiğinde ise toplam alanın %61.67 si Kahverengi Orman Toprağı olup alan olarak 29.701 m² bulunmuştur. Kireçsiz Kahverengi Topraklar toplam alanın %15.75 i olup 7.598 m² ye denk gelmektedir. Bu alanların %22.55 i ise Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı olup 10.862 m² bulunmuştur.

Ağırlık olarak incelendiğinde ise toplamda 1.536.033 ton toprak kaybı mevcuttur. Bunun 947.256 tonu Kahverengi Orman Toprakları, 242.346 tonu Kireçsiz Kahverengi Topraklar, 346.430 tonu ise Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarında yer almaktadır.

Toprak tekstürleri incelendiğinde toplam erozyon alanının %23.95 i Tınlı topraklar olup 11.533 m² ye denk gelmektedir. Toplam alanın %32.88 i Killi topraklar olup alanı 15.834 m², toplam alanın %2.7 si kil olup 1.188 m², toplam alanın %14.97 si Kumlu tın olup alanı 7.211 m² ve son olarak ta toplam alanın %25.74 ü Kumlu Killi tın olup 12.395 m² bulunmuştur. Toprakların K (Erodibilite) faktörlerine bakıldığında ise tüm toprakların K faktör sınıfı 3. Derece olan "Orta Derece Aşınabilir" sınıfına girmektedir.

Bölgesel ölçekte erozyon alanlarının varlığı, arazi gözlemleri, görsel yorumlama ve uzaktan algılama kullanılarak değerlendirilebilir. Uzaktan algılamada uydu görüntüleri veya drone ile yapılan çekimlerde erozyonun anlık durumu veya yıllar içindeki değişimleri rahatlıkla gözlemlenebilir. Yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama görüntülerinin artan teknoloji seviyesi ile daha net ölçümler yapılabilmektedir. Uzaktan algılama ile yapılan ölçümler hem zaman kazanımı hemde fazla işgücünün önüne geçmektedir. İHA ile çekilen görüntüler alanların büyüklüğüne, şekilsel olarak değişimlerine ve çekim yüksekliklerine bağlı olarak değişiklik gösterse de yaklaşık olarak kayıpları hesap etmek ve yıllara bağlı olarak değişimlerini gözlemlemek açısından büyük kolaylıklar sağlayabilecektir.

4. Sonuç

Bölgesel ölçekte erozyon alanlarının varlığı, arazi gözlemleri, görsel yorumlama ve uzaktan algılama kullanılarak değerlendirilebilir. Uzaktan algılamada uydu görüntüleri veya drone ile yapılan çekimlerde erozyonun anlık durumu veya yıllar içindeki değişimleri rahatlıkla gözlemlenebilir. Yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama görüntülerinin artan teknoloji seviyesi ile daha net ölçümler yapılabilmektedir. Uzaktan algılama ile yapılan ölçümler hem zaman kazanımı hem de fazla işgücünün önüne geçmektedir. Ayrıca drone ile çekim yapılabilecek araziler için satın alınabilecek uydu görüntülerinden daha az maliyetli olmaktadır.

Yapılan çalışmada kalibrasyon için küçük bir alanın kullanılması alan olarak doğruluk oranını uçuş yüksekliğine bağlı olarak %90'ın üzerine çıkarırken hacim ölçümlerinde bu oran uçuş yüksekliğine göre %60 – 78 arasında bulunmuştur. Fakat bu çalışmada kalibrasyon için keskin kenarları olmayan üçgen prizma benzeri bir alan kullanılması bu doğruluk oranını düşürmüştür. Bu doğruluk oranına bakıldığında yaklaşık 100 m² alanda yapılan kalibrasyon çalışmasında 100 metre yükseklikten çekilen görüntüde 12 fotoğraf, 10 metre yükseklikten çekilen görüntüde ise 103 fotoğraf kullanılmıştır. Bu alanda 10 metre yükseklikte çekilen görüntüde hacimsel doğruluk oranı %78,57 bulunmuştur. Kalibrasyon alanlarının küçüklüğü nedeni ile hata payları yüzde olarak bulunmuş olmakla birlikte bu alanlar ne kadar büyük olursa doğruluk miktarı da yüzde olarak daha yüksek çıkacaktır. Buradan şu sonuca varabiliriz. Alan büyüdükçe doğruluk oranı arttığı gibi çekim yüksekliği de azaldığında bu doğruluk oranı artmaktadır. Bu yüzden zaman ve imkanlar yeterli ise ve görüntülenecek alanlar küçükse, çekim alanlarının hacimsel doğruluk oranının yararına çekim yüksekliği düşük tutulmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından NKUBAP.03.YLGA.18.163 Nolu Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

Kaynakça

- Atalay, İ. (1987). Anakayanın Toprak Verimiyle Erozyon Arasındaki İlişkiler, Seminer Notu, OGM - Enerji Ormanı Tesis Ve Erozyon Kontrolü Semineri, Ankara.
- Balcı, AN. (1996). Toprak Koruması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 39(47), 439.
- Cerdan, O, Govers G, Le Bissonnais Y, Van Oost K, Poesen J, Saby N, Gobin A, Vacca A, Quinton J, Auerswald K, Klik A, Kwaa, F, Raclot, D., Ionita, I., Rejman, J., Rousseva, S., Muxart, T., Roxo, M., Dostal, T., (2010). Rates And Spatial Variations of Soil Erosion İn Europe: A Study Based on Erosion Plot Data. *Geomorphology* 122, 167–177.
- Cyr L., Bonn F., Pesant A. (1995). Vegetation Indices Derived From Remote Sensing For An Estimation Of Soil Protection Against Soil Erosion. *Ecological Modelling*, 79:277-285.
- De Jong, S.M. (1994). Derivation Of Vegetative Variables From Landsat TM For Modelling Soil Erosion. *Earth Surface Processes And Landforms*, 19:165-178.
- Dengiz O, Yakupoglu T, Baskan O, (2009). Soil erosion assessment using geographical information system (GIS) and remote sensing (RS) study from Ankara-Guvenc Basin, Turkey. *Journal of Environmental Biology* 30(3) 339-344
- Di Stefano C, Ferro, V. (2017). Testing Sediment Connectivity At The Experimental SPA2 Basin, Sicily (Italy). *Land Degrad. Dev.* 28, 1992–2000.
- Eugenia P., Pilar G., (2017). Monitoring Soil Erosion by Raster Images: From Aerial Photographs to Drone Taken Pictures. *European Journal of Geography* Volume 8, Number 1:116- 128, February 2017
- Gündoğana R., Almab V., Dindaroğluc T., Günal H., Yakupoğlu T., Susamf T., Saltalıb K., (2017). Monİtorİng and Estimation of Soil Losses from Ephemeral Gully Erosion in Mediterranean Region Using Low Altitude Unmanned Aerial Vehicles. 4th International GeoAdvances Workshop. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W6
- Jaroslav M H, R S Marcel, J.B. Grešáka, S.B. Geografický. (1996). Modelling Spatial And Temporal Changes Of Soil Water Erosion. *Geografický Casopis*, 48:255-269.
- Kantarıcı M D, (2000). Toprak İلمي. İstanbul: Çantay Basımevi.
- Najmoddını N. (2003). Assessment Of Erosion And Sediment Yield Processes Using Remote Sensing And GIS: A Case Study İn Rose Chai Sub-Catchment Of Orumieh Basin, W. Azarbaijan, Iran. Msc. Thesis İn Watershed And Environmental Management. International Institute For Geo-İnformation Science And Earth Observation. Int. Inst. Aerospace Surv. Earth Sci. (ITC), Enschede, The Netherlands. 55 P.
- Özşahin E. (2013). “Türkiye’de Yaşanmış (1970-2012) Doğal Afetler Üzerine Bir Değerlendirme”. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği Ve Sismoloji Konferansı, S.: 1-8, 25-27 Eylül 2013, MKÜ-Hatay.
- Özşahin E, (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Heyelan Duyarlılık Analizi: Ganos Dağı Örneği (Tekirdağ) Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 7, No: 1, 2015 (47-63)
- Özşahin E, (2016). Alakır Çayı Havzasında (Antalya) Toprak Kaybının Mekânsal Dağılışı ve Etkili Faktörler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2016, 13 (02)
- Özyavuz M. (2011). Tekirdağ Kent Merkezinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama İle İncelenmesi *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2016, 13 (02)
- Sari H, Özcan O, (2018). Soil Properties of the Quarry Areas in Suleymanpasa-Tekirdağ. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*. 2018, 33(1): 75-83
- Shıgeo O, S G S M Nobuyuki U, Satoshi M, Nasır, S. Muhammad. (1998). Estimation Of Soil Erosion Using USLE And Landsat TM İn Pakistan. *National Institute Of Agro-Environment Sciences*. 53 P.
- Shrestha D P. (1997). Assessment Of Soil Erosion İn The Nepalese Himalaya: A Case Study İn Likhu Khola Valley, Middle Mountain Region. *Land Husbandry*, 2:59-80.
- Shrestha D P. (2000). Aspects Of Erosion And Sedimentation İn The Nepalese Himalaya: Highland-Lowland Relations. Phd Thesis, Ghent Univ., Ghent. 145 P.
- Wessels, K.J., Berg, H.M.V.D. Pretorius, D.J. (2001). Spatial Natural Resource Monitoring İn Mpumalanga Province Of South Africa, In: S. Samran, (Editor), *Response To Land Degradation*. Science Publishers, Inc, Enfield. S. 237-246
- Yang, D., S. Kanae, T. Oki, T. Koike, T. Musiaka. (2003). Global Potential Soil Erosion With Reference To Land Use And Climate Change. *Hydrological Processes*, 17(14):2913-2928.
- Zhang, J.; Guo,W.; Zhou, B.; Okin, G.S. (2021). Drone-Based Remote Sensing for Research on Wind Erosion in Drylands: Possible Applications. *Remote Sens*. 2021, 13, 283. <https://doi.org/10.3390/rs13020283>

Kesikli Verilerde Meta Analizi Uygulaması: Laktasyon Sırasının Topallık Üzerine Etkisi


Application of Meta-Analysis in Discrete Data: The Effect of Lactation Order on Lameness


Ahmet Erhan KARAHAN^{1*}, Yavuz AKBAŞ²

Öz

Meta analizi belirli bir konuda birbirinden bağımsız olarak yapılmış çalışma sonuçlarının birlikte değerlendirildiği istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntem örnek büyüklüğünün artırılması sonucu parametrelerin daha güvenilir bir şekilde tahmin edilmesini amaçlamaktadır. Bu çalışmada Siyah Alaca süt ineklerinde topallığın laktasyon sırasına göre değişimi meta analizi ile incelenmiştir. Çalışmada topallığın laktasyon sırasına göre değişimini gösteren 34 işletmenin sonuçları, farklı çalışma sonuçları olarak ele alınmış ve meta analizi yürütülmüştür. Topallık, 1-5 arasında değişen skalaya göre belirlenmiştir. Bu çalışmada ilk iki skalaya dahil edilen sığırların topallık bakımından sağlıklı olduğu, 3-5 nolu skalalara sahip sığırların ise total olduğu kabul edilerek topallık bakımından topallık pozitif ve topallık negatif olmak üzere iki seviye oluşturulmuştur. Olasılık oranı için tek adım (Peto) yönteminden ve çalışmalar arası heterojenliğin tespitinde Q testinden yararlanılmıştır. Farklı çalışmalarda saptanan olasılık oranları sabit etkiler modeli altında birleştirilmiş ve genel olasılık oranı 0.574 düzeyinde saptanmış ve önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Buna göre birinci laktasyondaki Siyah Alacaların topallık düzeyinin ikinci laktasyondakilere göre 0.574 kat daha az olduğu belirlenmiştir. Bu orana ilişkin %95 güven aralığının 0.387 ile 0.852 arasında değiştiği saptanmıştır. Sonuç olarak, sığırlarda laktasyon sırası ile topallık düzeyi arasında bir ilişkinin olduğu ve birinci laktasyondaki sığırların total olma riskinin, ikinci laktasyondan daha az olduğu meta analizi ile ortaya konmuştur. Meta-analiz her alanda kullanımı yaygınlaşan bir yöntem olmakla birlikte çalışmalarında insan kaynağı kullanılması nedeniyle bireysel araştırmalarda gözlem sayısının artırılması noktasında bazı kısıtlamaların söz konusu olduğu sağlık bilimleri alanında çok daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Elde edilen çalışma sonuçlarının kesikli verilerde meta analizi uygulamasının tanıtılmasına ve hayvancılıkta da kullanımının yaygınlaşmasına katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Siyah Alaca, Laktasyon sırası, Topallık, Meta-analiz, Peto

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ahmet Erhan KARAHAN, Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Iğdır, Türkiye. E-mail: erhan.karahan@gmail.com  OrcID: 0000-0001-6252-0640

²Yavuz AKBAŞ, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Aydın, Türkiye. E-mail: yavuz.akbas@hotmail.com  OrcID: 0000-0001-6863-6732.

Atıf/Citation: KARAHAN, A.E., AKBAS, Y. Kesikli Verilerde Meta Analizi Uygulaması: Laktasyon Sırasının Topallık Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 80-88.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

Meta-analysis is a statistical method in which the results of studies conducted on a specific subject independently are evaluated together. This method aims to estimate the parameters more reliably by increasing the sample size. In this study, it was examined that the change of lameness according to lactation order in Holstein dairy cows by meta-analysis. The data obtained from different farms were assumed as the results of 34 different studies showing the change of lameness according to the lactation order, and a meta-analysis was conducted. Lameness was determined by using a lameness score scale with 5 levels. Lameness scoring with five levels was converted into binary definition as 0 for healthy cows (cows with lameness score 1 or 2) and 1 for lame cows (cows with lameness score 3, 4 or 5). One-Step (Peto) Method for odds ratio and Q test statistic for determination of heterogeneity among studies were used. Odds ratio obtained from different studies are combined with fixed effect model and overall odds ratio was found significant ($P < 0.001$) with level of 0.574 which means lameness in the first lactation is 0.574 times less likely than in the second lactation. It was determined that the 95% confidence interval for this ratio ranged from 0.387 to 0.852. As a result, it was revealed by meta-analysis that there is a relationship between lactation order and lameness level in cattle and that the risk of lame in cattle in the first lactation is lower than in the second lactation. Although meta-analysis is a method that is becoming widespread in every field, it is more widely used in the field of health sciences, where there are some restrictions in increasing the number of observations in individual studies due to the use of human resources in their studies. It is thought that the obtained study results will contribute to introduce of meta-analysis in discrete data and widely use in animal husbandry.

Keywords: Holstein, Lactation order, Lameness, Meta-analysis, Peto

1. Giriş

Bilimsel çalışmaların çoğunda büyük örnekle çalışmak, yüksek maliyet, zaman ve eleman yetersizliği gibi nedenlerle mümkün olamamaktadır. Bu nedenle aynı konu üzerinde küçük örneklerle farklı yer ve zamanlarda yapılmış birçok çalışmaya rastlamak mümkündür.

Klasik yaklaşımda aynı konuda yapılan çalışmaların sonuçları derlemelerle bir araya getirilmektedir. Ancak klasik derlemelerde bazı araştırmacılar çalışmalarına dahil edecekleri yayınların seçiminde çok dikkatli davranırken, diğerleri herhangi bir kritere bakmaksızın, erişebildikleri bütün çalışmaları ele alabilmektedirler. Bu durum klasik derlemelerin araştırmacıya bağımlı olan tarafını ortaya koymaktadır. Bu bağımlılık doğrudan sonuçlara yansımaktadır.

Klasik derlemelerin bu dezavantajından dolayı araştırmacılar sistematik derlemelere yönelmişlerdir. Sistematik derlemelerde literatür taramasında kullanılan metotlar okuyucuya aktarılmakta, okuyucu istemesi halinde derlemeyi tekrar edip sonuçları kontrol edebilmektedir. Ancak sistematik derlemelerde de hala oturmuş net kuralların olmaması, araştırmacıları meta analizine yöneltmiştir.

Meta analizi, aynı konuda yapılan farklı çalışmalara ait bulguları bir araya getiren bir yeniden değerlendirme yöntemidir (Karahan, 2014). Bu değerlendirmede incelenen konuyla ilgili bütün makaleleri ele almak oldukça önemlidir. Yöntem, her çalışma için bir etki büyüklüğü hesaplanmasına ve bu etki büyüklüklerini birleştirme prensibine dayanmaktadır (Şelli ve Doğan, 2011).

Son yıllarda aynı konu üzerinde çok sayıda araştırma yapılması nedeniyle meta analizi giderek popülaritesi artan bir yöntem olmuştur. Literatürde hayvancılık alanında Sarvi ve ark. (2015), 22 çalışmayı meta analizi ile değerlendirmiş ve sığır toksoplazmasının epidemiyolojisinde yaş, cinsiyet ve ırkı kapsayan risk faktörlerini inceleyerek konuyu tartışmışlardır. Okura ve ark. (2012), inek sütlerinde paratüberküloz oluşumunu inceleyen 31 makalenin sonuçlarına meta analizini uygulamışlar ve pastörizasyonun etkili bir şekilde paratüberküloz oluşumunu azalttığını bildirmişlerdir. Konuspayeva ve ark. (2009), deve sütünün kompozisyonu hakkında yaptıkları meta-analizi çalışmasında, diğer Asya ülkeleri ile karşılaştırıldığında Kazakistan'da deve sütünün daha yüksek yağ ve protein içermesine karşın, daha düşük laktoz içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Esmer sığırlarda cinsiyetin buzağı ölüm oranına etkisini inceleyen Topal ve ark. (2010a), 1999-2009 yılları arasında tutulan yıllık buzağı ölüm kayıtlarını farklı çalışmalar varsayarak yaptıkları meta analizinde, etki büyüklüğü indeksi olarak olasılık oranı ve risk oranlarını ele almışlardır. Çalışma sonunda olasılık ve risk oranları değerlerine göre erkek buzağılarda ölüm oranının dişilere oranla %15 daha fazla olduğunu, ancak Esmer ırkı sığırlarda buzağılarda cinsiyetin ölüm oranına etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Topal ve ark (2010b), Esmer ırkı sığırlarda buzağı ölümlerinin yıllara ve cinsiyete bağlı olarak nasıl değiştiğini saptamak için bir meta analizi çalışması yapmışlardır. Çalışmalarında 1989-2009 yılları arasında tutulan kayıtlardan her yılı farklı bir çalışma olarak varsayarak 21 yıla ait sonuçları birleştirmiş ve cinsiyetler arasında buzağı ölümü bakımından istatistiksel bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Küçükönder ve ark. (2015), meta analizi ile laktasyon sırası ve buzağılama mevsiminin 305 günlük süt verimi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, etki büyüklüğü olarak odds oranını kullanmışlar ve genel etki büyüklüğünü 1.12 olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonunda Siyah Alaca sığırlarda laktasyon sırasının yüksek süt verimi elde edilmesindeki etkisinin buzağılama mevsimine nazaran 1.12 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Oehm ve ark. (2019) süt sığırlarında topallık üzerine çeşitli risk faktörlerini değerlendirdikleri meta analiz çalışmasında ilk laktasyondaki sığırların topallık düzeylerinin ikinci laktasyondaki sığırlarla neredeyse aynı olduğunu, dördüncü ve daha yüksek laktasyondaki sığırlarda topallık düzeyinin önemli düzeyde artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Süt sığırlarında birincil verim süt olsa da (Genç ve Soysal, 2018) süt verimi ile ilişkili diğer özellikler de oldukça önem arz etmektedir (Soyak ve ark., 2007). Bu özelliklerden biri olan topallık, mastitis ve fertilitate problemlerinden sonra üçüncü sırada gelen, ekonomik yönden ve hayvan refahı açısından önemli hastalıklardan birisidir (Enting ve ark., 1997). Topallığa bağlı ekonomik kayıpların büyük kısmı, süt veriminin azalması, artan işçilik ve tedavi masrafları, erken ayıklama sorunu, daha uzun buzağılama aralığı ve daha düşük üreme performansından kaynaklanmaktadır (Kossaibati ve Esslemont, 1997; Enting ve ark., 1997; Sprecher ve ark., 1997; Juarez ve ark., 2003).

Bu çalışmanın amacı kesikli verilerle topallık üzerine laktasyon sırası etkisinin önemini meta analizi üzerinden ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada Siyah Alaca sığırlarda topallık üzerine laktasyon sırasının etkisini incelemek ve kesikli verilerde meta analizinin tanıtımını yapmak amacıyla 34 ayrı işletmeden elde edilen veriler, 34 farklı çalışma gibi düşünülerek meta analizi uygulanmıştır. Topallık, Sprecher ve ark. (1997) tarafından geliştirilen ve 1-5 arasında değişen skalaya göre belirlenmiştir. Bu skalaya göre, topallık bakımından bir nolu skalanın sağlıklı sığırları temsil ettiği, 5 nolu skalanın ise ciddi derecede topallığı ifade ettiği belirtilmiştir. Bu çalışmada ilk iki skalaya dahil edilen sığırların topallık bakımından sağlıklı olduğu, 3, 4 ve 5 nolu skalalara sahip sığırların ise total olduğu kabul edilerek topallık bakımından topallık pozitif ve topallık negatif olmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Topallığın laktasyonlara göre durumu *Tablo 1*'de verilmiştir.

2.2. Metot

Meta analizinde olasılıkların birleştirilmesinde olasılık oranı (odds ratio) ve risk oranı (risk ratio) yöntemlerinden yararlanılmakta ve etki büyüklükleri hesaplanmaktadır. Farklı çalışmaların topallık durumu sayılarında (*Tablo 1*) bazı hücrelerin sıfır değerini içermesi nedeniyle, sıfır içeren çalışmaların etki büyüklükleri tanımsız çıkmıştır. Bu nedenle etki büyüklüklerinin hesaplanmasında veri setine en uygun yöntem olan olasılık oranları için tek adım (Peto) yöntemi kullanılmıştır.

Meta analizi sabit ve rastgele etki modellerinden biri ile yapılmaktadır. Sabit etki modeli altında analize alınan tüm çalışmaların ortak bir etki büyüklüğü olduğu varsayılmaktadır. Çalışmalarda gözlenen etkilerdeki farklılıkların örneklem hatasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Rastgele etkiler modelinde ise çalışmadan çalışmaya gerçek etkinin değiştiği kabul edilmektedir (Borenstein ve ark., 2013).

Tablo 1. Laktasyon sırasına göre topallık düzeyinin durumu
Table 1. The level of lameness according to the lactation order

Topallık	Laktasyon 1		Laktasyon 2		Hesaplamalar							
	Var	Yok	Var	Yok	N	O	E	I	Y	W	WY	WY ²
Çalışma	A	B	C	D	N	O	E	I	Y	W	WY	WY²
1	1	10	1	5	17	1	1.294	0.428	-0.686	0.428	-0.295	0.204
2	4	6	1	1	12	4	4.167	0.442	-0.380	0.442	-0.168	0.064
3	2	7	3	5	17	2	2.647	0.934	-0.686	0.934	-0.645	0.445
...
32	1	3	1	2	7	1	1.143	0.408	-0.350	0.408	-0.143	0.050
33	1	3	1	6	11	1	0.727	0.417	0.650	0.417	0.271	0.176
34	1	10	1	2	14	1	1.571	0.311	-1.840	0.311	-0.572	1.052
Toplam										24.695	-13.716	44.217

A, B, C, D: Bir ve ikinci laktasyonda total olan ve olmayan sığır sayıları, N: Gözlem sayısı, O: her bir çalışmadaki gözlem sayısı E: O gözlem sayısının beklenen değeri, I: etki büyüklüğü hesabında kullanılan bir istatistik Y: etki büyüklüğü ve W: çalışmanın ağırlığıdır.

Bu çalışmada kullanılacak modelin seçimi için önce çalışmalardan elde edilen sonuçların homojen olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Q testi yapılmış ve buna göre sabit etkili modelin kullanımına karar verilmiştir.

2.3. Olasılık oranı için Peto yöntemi

Meta analizine dahil edilecek çalışmalar sonuçlarını oranlarla rapor ettiklerinde, verileri birleştirmek için kullanılan yöntemlerden biri Peto yöntemidir. Bu yöntemde genel olasılık oranını hesaplamak için öncelikle bütün çalışmalara ait etki büyüklükleri (Y_i) Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanır:

$$Y_i = \frac{O_i - E_i}{I_i} \quad (\text{Eş.1})$$

Eşitlik 1'de $O_i = A_i$ gözlem sayısı olup (Tablo 1), bunun beklenen değeri (E_i) ile I_i değerleri Eşitlik 2-4 ile belirlenmektedir:

$$E_i = \frac{(A_i + B_i) \times (A_i + C_i)}{n_i} \quad (\text{Eş.2})$$

$$n_i = A_i + B_i + C_i + D_i \quad (\text{Eş.3})$$

$$I_i = \frac{(A_i + B_i) \times (C_i + D_i) \times (A_i + C_i) \times (B_i + D_i)}{n_i^2 \times (n_i - 1)} \quad (\text{Eş.4})$$

Her çalışma için logaritmik olasılık oranı varyansının tahmini $V_{Y_i} = \frac{1}{I_i}$ şeklinde elde edilir. Bu varyansın tersi $W_i = \frac{1}{V_{Y_i}}$ çalışmanın ağırlığını verir.

Meta analizinde genel etkiye ait logaritmik olasılık oranı,

$$\ln OR_{tekdım} = \frac{\sum_{i=1}^k W_i Y_i}{\sum_{i=1}^k W_i} \quad (\text{Eş.5})$$

Eşitlik 5 yardımıyla, bireysel tahminlerin ağırlıklı ortalaması ile hesaplanmaktadır. Genel etki büyüklüğü için %95 güven aralığını hesaplamada kullanılan varyans $V_{\ln OR_{tekdım}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^k W_i}$ ve standart hata $SE_{\ln OR_{tekdım}} = \sqrt{V_{\ln OR_{tekdım}}}$ şeklinde hesaplanmaktadır. Bu durumda genel etkiye ait %95 güven aralığının alt (AL) ve üst limit değerleri (ÜL) ile z değeri Eşitlik 6-8'deki gibi hesaplanmaktadır (Borenstein ve ark., 2013).

$$AL_{\ln OR_{tekdım}} = \ln OR_{tekdım} - 1.96 \times SE_{\ln OR_{tekdım}} \quad (\text{Eş.6})$$

$$\text{ÜL}_{\ln OR_{tekdım}} = \ln OR_{tekdım} + 1.96 \times SE_{\ln OR_{tekdım}} \quad (\text{Eş.7})$$

$$Z = \frac{\ln OR_{tekdım}}{SE_{\ln OR_{tekdım}}} \quad (\text{Eş.8})$$

Meta analizi hesaplamaları hem elle hem de Comprehensive Meta Analysis Programı Demo versiyonu ile gerçekleştirilmiştir (Borenstein ve Rothstein, 1999).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Laktasyon sırasına göre topallık düzeyi değişiminin önemli olup olmadığını belirlemek için her çalışmaya ait etki büyüklüklerinin (Y) ve bu etki büyüklüklerine ait güven aralıklarının hesaplanması gerekir. Tablo 1'de verilen 1 numaralı çalışma için etki büyüklüğü, varyans, ağırlık ve güven aralığı hesaplamaları aşağıdaki gibidir.

Çalışmaya ait gözlem sayıları (O) üzerinden beklenen sayım değeri (E) hesaplanır. Burada birinci çalışma için gözlem sayısı, birinci laktasyonda total olanların sayısıdır ($O_1 = A_1 = 1$). Etki büyüklüğü hesaplamasında kullanılan beklenen değer (E_1), N sayısı ve I değeri:

$$E_1 = \frac{(A_1 + B_1) \times (A_1 + C_1)}{n_1} = \frac{(1 + 10) \times (1 + 1)}{17} = 1.294 \quad (\text{Eş.9})$$

$$n_1 = A_1 + B_1 + C_1 + D_1 = 1 + 10 + 1 + 5 = 17 \quad (\text{Eş.10})$$

$$I_1 = \frac{(A_1 + B_1) \times (C_1 + D_1) \times (A_1 + C_1) \times (B_1 + D_1)}{n_1^2 \times (n_1 - 1)} \quad (\text{Eş.11})$$

$$= \frac{(1 + 10) \times (1 + 5) \times (1 + 1) \times (10 + 5)}{17^2 \times (17 - 1)} = 0.428$$

Eşitlik 9-11'deki hesaplamalar ile tespit edilir. Bu değerler üzerinden birinci çalışmaya ait etki büyüklüğü Eşitlik 1'de verilen formül kullanılarak;

$$Y_1 = \frac{O_1 - E_1}{I_1} = \frac{1 - 1.294}{0.428} = -0.686 \quad (\text{Eş.12})$$

Eşitlik 12'deki gibi elde edilir.

Meta analizinde hesaplamalar logaritmik olasılık oranları ile hesaplanır ancak sunum için durum özetlenirken bu değerlerin exponenti alınır. Örneğin Şekil 1'de birinci çalışmanın etki büyüklüğü Y_1 'in exponentidir ve Eşitlik 13 kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$OR_{\text{tekadım1.çalışma}} = \exp(-0.686) = 0.503 \quad (\text{Eş.13})$$

Birinci çalışma için logaritmik olasılık oranının varyansının tahmini $V_{Y_1} = \frac{1}{I_1} = \frac{1}{0.428} = 2.335$ olup, çalışmanın ağırlığı $W_1 = \frac{1}{V_{Y_1}} = \frac{1}{2.335} = 0.428$ düzeyindedir. Diğer 33 çalışma için yapılan bu hesaplamalar Tablo 1'de verilmiştir.

Kullanılacak modelin seçiminde çalışmaların homojen olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan Q testinde her bir çalışmanın etki büyüklüğü (Y), ağırlığı (W) ve bunlarla ilişkili Tablo 1'de verilen diğer değerler kullanılmış ve Q değeri;

$$Q = \sum_{i=1}^k W_i Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k W_i Y_i)^2}{\sum_{i=1}^k W_i} = 44.22 - \frac{(-13.72)^2}{24.69} = 36.61 \quad (\text{Eş.14})$$

Eşitlik 14 kullanılarak 36.61 düzeyinde hesaplanmıştır. Bu değer, $df = k - 1 = 34 - 1 = 33$ serbestlik dereceli $\alpha = 0.05$ önem düzeyinde χ^2 tablo değerinden (43.773) küçük olduğu için tüm çalışmaların ortak bir etkiyi paylaştığı şeklindeki sıfır hipotezi reddedilemez ($P=0.305$). Yani gerçek etki, tüm çalışmalarda aynıdır. Bu nedenle sabit etkili model esas alınmıştır.

Çoğu meta analiz yönteminde olduğu gibi Peto yönteminde de olasılık oranları için öncelikle logaritmik olasılık oranları hesaplanıp, daha sonra bu değerler olasılık oranlarına dönüştürülmektedir. Genel logaritmik olasılık oranı, Tablo 1'de hesaplanan genel toplamlar kullanılarak;

$$\ln OR_{\text{tekadım}} = \frac{\sum_{i=1}^k W_i Y_i}{\sum_{i=1}^k W_i} = \frac{-13.71}{24.69} = -0.555 \quad (\text{Eş.15})$$

Eşitlik 15'teki gibi hesaplanmıştır.

Logaritmik olasılık oranının %95 güven aralığını hesaplamak için gerekli olan varyans ve standart hata değerleri Eşitlik 16 ve 17'deki hesaplamalar yapılarak;

$$V_{\ln OR_{\text{tekadım}}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^k W_i} = \frac{1}{24.6948} = 0.041 \quad (\text{Eş.16})$$

$$SE_{\ln OR_{\text{tekadım}}} = \sqrt{V_{\ln OR_{\text{tekadım}}}} = \sqrt{0.0405} = 0.201 \quad (\text{Eş.17})$$

olarak bulunmuş, %95 güven aralıkları ise;

$$AL_{lnOR_{tekdım}} = lnOR_{tekdım} - 1.96 \times SE_{lnOR_{tekdım}} = -0.555 - 1.96 \times 0.201 \quad (Eş.18)$$

$$= -0.950$$

$$ÜL_{lnOR_{tekdım}} = lnOR_{tekdım} + 1.96 \times SE_{lnOR_{tekdım}} = -0.555 + 1.96 \times 0.201 \quad (Eş.19)$$

$$= -0.160$$

Eşitlik 18 ve 19'daki gibi hesaplanmıştır. Genel etki büyüklüğünün önemliliğinin testi için Z değeri, logaritmik olasılık oranının kendi standart hatasına bölünmesiyle; eşitlik 20'deki gibi hesaplanmıştır.

$$Z = \frac{-0.555}{0.201} = -2.758 \quad (Eş.20)$$

Son olarak logaritmik olasılık değerleri olasılık oranlarına dönüştürülerek Eşitlik 21-23'de görülen nokta ve aralık tahminleri elde edilmiştir:

$$OR_{tekdım} = \exp(-0.555) = 0.574 \quad (Eş.21)$$

$$AL_{OR_{tekdım}} = \exp(-0.950) = 0.387 \quad (Eş.22)$$

$$ÜL_{OR_{tekdım}} = \exp(-0.160) = 0.852 \quad (Eş.23)$$

Yukarıda sadece ilk çalışma için etki büyüklüğü ve genel etki büyüklüğü hesaplamaları gösterilmiştir. Meta analizini gerçekleştiren ve sonuçları grafiksel olarak özetleyen bilgisayar programları da vardır. Bu araştırma verilerinin 'Comprehensive Meta Analysis programı ile analizinden elde edilen sonuçlar Şekil 1'de sunulmuştur. Şekil 1 incelendiğinde sabit etkiler modeli altında genel olasılık oranının 0.574 olduğu, bu orana ilişkin %95 güven aralığının 0.387 ile 0.852 arasında değiştiği görülmektedir. Olasılık oranının önemliliğini incelemek için hesaplanan Z değeri (-2.758), istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.01). Araştırma sonuçları sığırlarda laktasyon sırası ile topallık düzeyi arasında bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Yaylak ve ark. (2010) aynı veri setinde lojistik regresyon analizi ile yaptıkları hesaplamada topallığın ilk laktasyonda %19.3 iken ikinci laktasyonda %29 olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmanın sonuçlarını da meta analizine dahil eden Oehm ve ark. (2019) birinci ve ikinci laktasyon arasında topallık düzeyinin neredeyse aynı dördüncü laktasyon ve sonrasında topallığın önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Topallık ile laktasyon sırası arasında bir ilişki olduğu konusunda çalışmalarımız benzer sonuçlara sahip olsa da çalışma sonuçlarımız ikinci laktasyondaki sığırlarda birinci laktasyondaki sığırlara göre önemli düzeyde daha düşük topallık olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç

Topallık üzerine laktasyon sırasının meta analizi ile incelendiği ve olasılık oranı için Peto yönteminin kullanıldığı bu çalışmada sabit etkiler modeli altında genel olasılık oranı 0.574 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar süt sığırlarında birinci laktasyondaki sığırların total olma riskinin, ikinci laktasyondan daha az olduğunu göstermektedir. Nitekim 34 çalışmanın topallık düzeyleri üzerinden laktasyonlar için topallık oranları hesaplandığında da birinci laktasyondaki sığırlarda topallığın (0.24) ikinci laktasyondan (0.32) yaklaşık olarak %8 daha az olduğu belirlenmiştir.

Study name	Statistics for each study					Peto odds ratio and 95% CI				
	Peto odds ratio	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value	0,01	0,10	1,00	10,00	100,00
1,000	0,503	0,025	10,058	-0,449	0,653					
2,000	0,686	0,036	13,081	-0,251	0,802					
3,000	0,500	0,066	3,801	-0,669	0,503					
4,000	0,223	0,003	14,264	-0,707	0,480					
5,000	1,773	0,196	16,012	0,510	0,610					
6,000	0,170	0,020	1,431	-1,630	0,103					
7,000	0,059	0,003	1,149	-1,868	0,062					
8,000	0,660	0,092	4,728	-0,414	0,679					
9,000	33,218	1,524	724,270	2,228	0,026					
10,000	0,092	0,018	0,464	-2,889	0,004					
11,000	0,145	0,024	0,892	-2,084	0,037					
12,000	0,152	0,008	2,894	-1,254	0,210					
13,000	1,472	0,263	8,247	0,440	0,660					
14,000	0,295	0,046	1,905	-1,283	0,200					
15,000	5,755	0,110	302,037	0,866	0,386					
16,000	8,166	0,380	175,533	1,342	0,180					
17,000	0,484	0,068	3,427	-0,726	0,468					
18,000	1,190	0,223	6,340	0,203	0,839					
19,000	4,173	0,152	114,608	0,845	0,398					
20,000	0,301	0,022	4,177	-0,894	0,371					
21,000	0,815	0,131	5,060	-0,219	0,827					
22,000	0,816	0,043	15,336	-0,136	0,892					
23,000	0,520	0,025	10,828	-0,423	0,673					
24,000	1,590	0,492	5,143	0,775	0,438					
25,000	0,133	0,008	2,346	-1,377	0,168					
26,000	2,554	0,095	68,338	0,559	0,576					
27,000	0,135	0,003	6,820	-1,000	0,317					
28,000	0,149	0,008	2,683	-1,291	0,197					
29,000	1,000	0,055	18,304	0,000	1,000					
30,000	0,153	0,018	1,296	-1,723	0,085					
31,000	0,422	0,061	2,924	-0,874	0,382					
32,000	0,705	0,033	15,147	-0,224	0,823					
33,000	1,925	0,092	40,110	0,423	0,673					
34,000	0,159	0,005	5,350	-1,025	0,305					
	0,574	0,387	0,852	-2,758	0,006					

Şekil 1. Comprehensive Meta Analysis programından elde edilen Meta analizi sonuçları
Figure 1. Meta-analysis results obtained from the Comprehensive Meta Analysis program

Kaynakça

- Borenstein, M., Rothstein, H. (1999). *Comprehensive Meta-Analysis: A Computer Program for Research Synthesis*. Version 1.0. 23 [Computer Software], Biostat, Englewood Cliffs.
- Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.P.T., Rothstein, H.R. (2013). *Meta-analize giriş*, (Çev. S. Dinçer), Anı Yayıncılık, Ankara, 396s.
- Enting, H., Kooij, D., Dijkhuizen, A.A., Huirne, R.B.M., Noordhuizen-Stassen, E.N. (1997). Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. *Livestock Production Science*, 49: 259-267.
- Genç, S., Soysal, M. (2018). Türkiye’de siyah alaca sığır popülasyonlarında süt ve döl verimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 15(1): 76-85s.
- Juarez, S.T., Robinson, P.H., DePeters, E.J., Price, E.O. (2003). Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 83: 1-14.
- Karahan, A.E. (2014). *Hayvancılıkta Meta Analizi Uygulamaları*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 53s.
- Konuspayeva, G., Faye, B., Loiseau, G. (2009). The composition of camel milk: A meta-analysis of the literature data. *Journal of Food Composition and Analysis*, (22):95-101pp.
- Kossaibati, M.A., Esslemont, R.J. (1997). The cost of production diseases in dairy herds in England. *The Veterinary Journal*, 154: 41-51.
- Küçükönder, H., Üçkardeş, F., Efe, E. (2015). Meta analiz Yaklaşımı ile Laktasyon Sırası ve Buzağılama Mevsiminin 305 Günlük Laktasyon Süt Verimi Üzerindeki Etki Büyüklüğünün Tahmini. *Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(1): 17-21s.
- Oehm, A. W., Knubben-Schweizer, G., Rieger, A., Stoll, A., Hartnack, S. (2019). A systematic review and meta-analyses of risk factors associated with lameness in dairy cows. *BMC veterinary research*, 15(1), 1-14pp.
- Okura, H., Toft, N., Nielsen, S.S. (2012). Occurrence of Mycobacterium avium subsp. Paratuberculosis in milk at dairy cattle farms: A systematic review and meta-analysis. *Veterinary microbiology*, (157) 253-263pp.
- Sarvi, S., Daryani, A., Rahimi, M.T., Aarabi, M., Shokri, A., Ahmadvpour, E., Mizani, A., Sharif, M. (2015). Cattle toxoplasmosis in Iran: a systematic review and meta-analysis. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 120-126pp.
- Soyak, A., Soysal, M.İ., Gürcan, E.K. (2007). Tekirdağ İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Bu İşletmelerdeki Siyah Alaca Süt Sığırlarının Çeşitli Morfolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(3), 297-305.
- Sprecher D.J., Hostetler D.E., Kaneene J.B. (1997). A lameness scoring system that uses posture and gait to predict cattle reproductive performance. *Theriogenology*, 47:1179-1187pp.
- Şelli, M., Doğan, Z. (2011). Meta analiz ile tarımsal verilerin değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 15(4):45-56s.
- Topal, M., Eydurhan, E., Yağanoğlu, A.M., Aydın, R. (2010a). Meta analysis of death rate of male and female Brown-Swiss calves. *Proceedings of 3rd International Congress on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food, Forestry and Environment (ITAFFE'10)*, 14-18 June, Samsun, Türkiye.
- Topal, M., Eydurhan, E., Yağanoğlu, A.M., Aydın, R. (2010b). Investigation with meta regression analysis effect of years on death rates of male and female in Brown calves. *Proceedings of 3rd International Congress on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food, Forestry and Environment (ITAFFE'10)*, 14-18 June, Samsun, Türkiye.
- Yaylak, E., Akbaş, Y., Kaya, İ., Uzmay, C. (2010). The effects of several cow and herd level factors on lameness in Holstein cows reared in İzmir province of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(21):2714-2722s.

Serbest Gezen Tavuklardan Elde Edilen Yumurtaların Propolis Ekstraktı ile Kaplanması ve Raf Ömrü ve Kalite Parametrelerine Etkileri

Effects of Propolis Extract Coating on Shelf Life and Quality Parameters of Eggs Obtained from Free-Range Hens


Gökmen GÜLER¹, Ayşe ŞEN², Firdevs KORKMAZ TURGUD³, Emre TAHTABIÇEN⁴, Aylin AĞMA OKUR⁵, Hasan Ersin ŞAMLI^{6*}


Öz


Bu çalışma, suda ekstrakte edilen propolis (PE) kaplama materyali olarak kullanımının raf ömrü, depolama sıcaklığı, süresi ve serbest dolaşan yumurtacı tavuklardan elde edilen yumurta kalitesi parametreleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Yumurtanın tazelikliğini daha uzun süre koruyabilmek için bir ürünle kaplama düşüncesi, uzun zamandır araştırmacıların inceleme konusu olmuştur. Bu amaçla uygulanabilecek kaplama malzemelerinden birisi olan propolis, farklı alkoller kullanılarak ekstrakte edilmiş örneklerinin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada serbest dolaşan tavuklardan elde edilen yumurtaların, suda ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiş PE ile kaplanması ve farklı depolama koşullarında bekletilmesinin, yumurta iç ve dış kalite parametreleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır.


Bu amaçla 64 haftalık Lohmann kahverengi yumurtacı tavuklardan 80 adet yumurta toplanmıştır. Yumurta örnekleri, 8 muamele [2 saklama süresi (10 ve 20 gün) × 2 saklama sıcaklığı (4°C ve 22°C) × kabuk üzerinde propolis kaplama (kaplamalı/kaplamasız)] grubuna ayrılmış ve her bir muamelede 10 yumurta olacak şekilde düzenlenmiştir. Araştırma sonunda PE'nin, kabuğun üzerindeki porları kaplaması sebebiyle, oda ve buzdolabı sıcaklığında depolanan yumurtaların raf ömrü ve iç kalite özellikleri üzerinde olumlu etkilere sebep olduğu görülmüştür. Propolis ekstraktı ile kaplama sonucunda özgül ağırlık, yumurta sarısı indeksi değerleri artış göstermiştir (P<0.05). Ayrıca mezofilik bakteri sayısı azalmıştır. Bu olumlu etkileri nedeniyle propolis, yumurta kabuğunun kaplanmasında kullanılabilir doğal bir alternatif bir ürün olarak değerlendirilebilir. Arıcılık faaliyetlerinin bir yan ürünü olan propolis suda elde edilen ekstraktı ile kaplamanın uzun süreli depolama üzerinde olumlu etkileri olabileceği araştırma sonunda belirlenmiştir.


Anahtar Kelimeler: Kaplama, Propolis ekstraktı, Serbest tavukçuluk, Yumurta depolama, Yumurta kalitesi


*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hasan Ersin Şamlı, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: ersinsamli@yahoo.com  OrcID: 0000-0002-5462-8384

¹ Gökmen Güler, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: gulergokmen39@gmail.com  OrcID: 0000-0002-4690-385X

² Ayşe Şen, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: aysesen@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9486-1992

³ Firdevs Korkmaz Turgud, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Antalya, Türkiye. E-mail: firdevskorkmaz@akdeniz.edu.tr  OrcID: 0000-0002-6218-0241

⁴ Emre Tahtabiçen, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: emretahtabichen@gmail.com  OrcID: 0000-0002-2351-128X

⁵ Aylin Ağma Okur, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: aagma@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-6678-765X

Atıf/Citation: Güler G., Şen A., Korkmaz Turgud F., Tahtabiçen E., Ağma Okur A., Şamlı H.E. Serbest Gezen Tavuklardan Elde Edilen Yumurtaların Propolis Ekstraktı ile Kaplanması ve Raf Ömrü ve Kalite Parametrelerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 89-100.

** Yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

The study was carried out to demonstrate the effects of the use of water-extracted propolis (PE) as a coating material on shelf life, storage temperature, time, and egg quality parameters obtained from free-range laying hens. The idea of coating an egg with a product to preserve its freshness for a longer time has been the subject of research by researchers. For this purpose, there are studies using samples of propolis extracted using different alcohols. In this study, the effects of coating eggs obtained from free-range reared chickens with water extracted PE and keeping them in different storage conditions on the internal and external quality parameters of the eggs were investigated.

For this purpose, 80 eggs were collected from 64-week-old Lohmann brown layers. Egg samples were divided into groups of 8 treatments [2 storage times (10 and 20 days) × 2 storage temperatures (4°C and 22°C) × propolis coating on the shell (coated / uncoated)] and arranged to contain 10 eggs per treatment. In the study, it was seen that PE caused positive effects on the shelf life and internal quality characteristics of eggs stored at room and refrigerator temperature, as it covers the pores on the shell. As a result of coating with propolis extract, specific gravity and egg yolk index values increased ($P < 0.05$). In addition, the number of mesophilic bacteria has decreased. Due to these positive effects, propolis can be considered as a natural alternative product that can be used for eggshell coating. It was determined at the end of the research that coating with the water-derived extract of propolis, a by-product of beekeeping activities, might have positive effects on long-term storage.

Keywords: Coating, Propolis extract, Free range, Egg storage, Egg quality

1. Giriş

Tavuk yumurtası, insan gıdası olarak önemli ve değerli bir besin kaynağıdır. Ancak, depolama süresi, sıcaklık ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak besin kalitesini hızlı bir şekilde kaybedebilmektedir (Samli ve ark., 2005; Agma Okur ve Samli, 2013). Yumurta kabuğunun yapısındaki gözenekler, metabolik gazların ve su buharının difüzyonuna imkan vermesine karşın, mikrobiyal bulaşmalar için doğal bir engel de oluşturmaktadır. Kabuk üzerinde bulunan kütikül tabakası çok ince bir organik yapı olmakla birlikte, gözenekleri iyi bir şekilde kapatabilmektedir (Hincke ve ark., 2012; Liu ve ark., 2016; Dominguez-Gasca ve ark., 2017). Bu sebeple, kütikülü azalmış ya da yok olmuş yumurta kabuğunun, bakteriyel kontaminasyona karşı daha savunmasız hale geldiği bilinmektedir (Dominguez-Gasca ve ark., 2017). Rodríguez-Navarro ve ark. (2013), kütikülün bakterilerin girişine karşı bir engel olarak etkinliğinin, büyük ölçüde kapsadığı alana ve bu tabakanın kalınlığına bağlı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, kütikül bileşiminin büyük ölçüde tavuğun yaşına ve yumurtanın tazeliğine bağlı olarak değiştiğini de ifade etmişlerdir.

Yumurtanın tazeliğini koruyabilmek için kaplama düşüncesi uzun zamandır araştırmacıların inceleme konusu olmuştur. Bu amaçla uygulanabilecek kaplama malzemesinin; nem, gaz, koku geçişini engellemek ve tazeliği korumak için yararlı olabileceği yönünde araştırmalar mevcuttur. Örneğin; sentetik polimerler, polisakaritler, proteinler ve yağlar yumurta kabuğuna uygulanmıştır (Bhale ve ark., 2003; Kim ve ark., 2007; Suppakul ve ark., 2010; Nongtaodum ve ark., 2013; Yuceer ve Caner, 2014; Torrico ve ark., 2014; Figueiredo ve ark., 2014; Caner ve Yuceer, 2015; Upadhyaya ve ark., 2016; Xu ve ark., (2017) Venkatachalam ve ark., 2019) (Tablo 1). Asya’da geleneksel bir ürün olan tuzlu ördek yumurtası da geçmişi çok eski bir koruma yöntemi olup, yumurtaları tuzlu suya batırmayı veya yumurtaları tuzlu toprak macunu ile kaplama esasına dayanmaktadır (Benjakul ve Kaewmanee, 2017). Bunun gibi geleneksel yöntemlerin dışında, Didar (2019) çalışmasında pektin ve tarçın hidrosol ile hazırlanan, yenilebilir maddeler ile kaplanmasının 6 hafta süre ile depolanan yumurtaların kalite parametreleri ve mikrobiyolojik yükleri üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Kaplanan yumurtalarda ağırlık kaybının, kontrol grubundakilere kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, kaplanan yumurtalarda Haugh birimi (HB) ve sarı indeksi (Sİ) daha yüksek bulunmuştur. Elektron mikroskobu sonuçlarına göre, hidrosol ilave edilen pektin ile kaplamanın yumurta kabuğunda daha homojen bir yapıya sebep olduğu da ifade edilmiştir. Aynı çalışmada toplam bakteri sayısı, tüm yumurtalarda birinci hafta sıfır bulunmuş, depolamanın altıncı haftasında ise kaplananlar yumurtalarda sıfır, kaplanmayanlarda 3 kob/ml bulunmuştur (Didar, 2019).

Tablo 1. Yumurtalar için bazı kaplama malzemeleri veya kimyasalları

Table 1. Some coating materials or chemicals for eggs

Yumurtalarla ilgili farklı araştırmalarda kullanılan bazı kaplama malzemeleri veya kimyasallar	Kaynaklar
Kitosan	Bhale ve ark., (2003)
Selüloz bazlı kaplamalar	Suppakul ve ark., (2010)
Yemeklik yağlar (palm, hindistan cevizi, soya, ve pirinç kepeği) ve gliserol	Nongtaodum ve ark., (2013)
Madeni yağlar	Figueiredo ve ark., (2014)
Madeni yağ: Kitosan emülsiyonu (25:75)	Torrico ve ark., (2014)
Kitosan ve lizozim	Yuceer ve Caner, (2014)
Peynir altı suyu konsantresi ve izolatu, zein, şellak	Caner ve Yuceer, (2015)
Pektin veya Arabic gum (Karvakrol, eugenol ve β -resorsilik asit	Upadhyaya ve ark., (2016)
Pirinç proteini, propolis	Pires ve ark., (2019a; 2019b)
Parafin, kitosan, peynir altı suyu izolatu, soya proteini izolatu	Venkatachalam ve ark., (2020)
Pektin, tarçın hidrosol içeren pektin	Didar, (2019)
Manyok nişastası, jelleştirici maddeler ve yağ asitleri karışımının	Homsaard ve ark., (2020)

Tosi ve ark. (2007) yürüttükleri çalışmada, arıların bitki salgıları ve özlerinden ürettiği doğal bir ürün olan propolisin, *in vitro* koşullarda *E. coli*'nin artışı sınırlayabildiğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada sentetik olarak kullanılan maddelerin yerine, propolisin gıda kaplama maddesi olarak kullanılabileceği, bu durumun tüketiciler ve çevre için daha yararlı olabileceği belirtilmiştir (Passos ve ark., 2016). Akpınar ve ark. (2015) çalışmalarında, %0 ve %15 propolis özütü ile kaplanmış bildircin yumurtalarının oda sıcaklığında depolanması sonucu, 5 hafta boyunca iç kalite açısından önemli koruyucu sonuçlar elde edildiğini bildirmişlerdir.

Araştırmacılar çalışmalarında propolisi, genellikle yem katkı maddesi olarak kullanmıştır. Bu yönde yürütülen bir çalışmada (Mahmoud ve ark., 2016), yemlere propolis ilavesinin performansı ve yumurta kalitesini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir. Benzer şekilde Shreif ve El-Saadany (2016) çalışmalarının sonucunda, yeme farklı düzeylerde propolis katılmasının (150, 300 ve 450 mg propolis/kg yem) verimi, üreme performansını ve yumurta kalitesini olumlu etkilediğini ortaya koymuşlardır. Abdel-Kareem ve El-Sheikh (2017), propolis ilave edilen yemleri tüketen hayvanlarda yumurta veriminin, kontrol grubuna göre önemli ölçüde arttığını saptamışlardır.

Yumurtaların iç kalitesini korumak için geliştirilen manyok nişastası, jelleştirici maddeler ve yağ asitleri karışımının yumurtaların kaplanmasında kullanıldığı bir çalışmada 28°C'de 4 haftalık bir süre boyunca sarısı rengi, ağırlık kaybı, ak pH ve HB ölçülmüştür. Çalışmada kaplanmamış yumurtaların kalite durumu, 3 hafta sonra AA'dan B sınıfına, 4 haftada tespit limitinin altındaki değerlere kadar olumsuz etkilenmiştir. Dört hafta depolamanın sonunda ağırlık kaybı, kaplanmamış yumurtalarda %6.5, kaplanan yumurtalarda ise %4.9 azalmıştır. Araştırmada manyok nişastası, karboksimetil selüloz, palmye yağı emülsiyonunun 4 hafta boyunca oda sıcaklığında depolanan yumurtalarda raf ömrünü önemli ölçüde uzattığı saptanmıştır (Homsaard ve ark., 2020).

Tüketici tercihleri ve hayvan refahına verilen önemin artması sonucunda ülkemizde ve dünyada serbest yetiştirilen (free-range) tavuklara yönelim artmıştır. Bu yetiştirme sistemlerinin avantajlarının yanı sıra, üretilen yumurtaların dışkı ile bulaşıklığının kafes sistemine göre daha fazla olduğu ve bu sebeple mikroorganizma yükünün daha yüksek olabileceğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Holt ve ark., 2011). Propolisin farklı alkoller ile ekstrakte edilmiş örneklerinin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır (De Carvalho ve ark., 2013). Bu sebeple bu çalışmada, serbest dolaşan tavuklardan elde edilen yumurtaların, araştırmalarda daha az kullanıldığı görülen bir yöntem olan suda ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiş propolis ekstraktı ile kaplanması ve farklı depolama koşullarında bekletilmesinin, yumurta iç ve dış kalite parametreleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi' ne ait serbest tavukçuluk biriminde bulunan 64 haftalık yaştaki Lohmann kahverengi tavuklarından elde edilen yumurtalar kullanılmıştır. Yumurtası toplanan tavukların yemleri özel bir fabrikadan temin edilmiştir. Karma yem mısır ve soya fasulyesi küspesine dayalı olup, %16.75 ham protein ve 2795 kcal kg⁻¹ metabolik enerjilidir (Tablo 2). Araştırmada toplam 80 adet yumurta, yumurtlamadan sonra iki saat içinde toplanmış, tartılmış ve kaplama işlemi uygulanıp depolama yerlerine kaldırılmıştır. Yumurtalar, 10 ve 20 gün süreyle oda (22°C) ve buzdolabı (4°C) koşullarında depolanmıştır. Kaplama işlemi uygulanan gruplarda, propolis ekstraktı (PE) sprey şeklinde püskürtülerek yumurtaların üzerine uygulanmıştır.

Toplanan yumurtalar, deneme planına göre 2 depolama süresi × 2 depolama sıcaklığı × PE kaplama (var/yok) ve her bir muamele grubunda 10 yumurta olacak şekilde tesadüfi olarak ayrılmıştır. Kalite analizleri sırasında yumurtalar ayrı ayrı tartılmış ve düz bir zemin üzerine kırılmıştır. Yumurta sarısının ve akının yükseklikleri, üç ayaklı mikrometre ile ölçülmüştür (Şamlı ve ark., 2005).

Analiz edilen her yumurtanın sarısı ve akı ayrılarak tartılmış ve pH değerleri pH metre cihazı ile ölçülmüştür. Haugh birimi (HB), yumurta ak yüksekliği (H; mm) ve yumurta ağırlığı (W; g) ölçümlerinden Eşitlik 1' deki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Şenköylü, 2001);

$$HB = 100 \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.57) \quad (\text{Eş.1})$$

Yumurta sarısı genişliği ise, kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Sarı indeksi (Sİ) değerleri, 2 numaralı eşitlik ile hesaplanmıştır;

$$Sİ = \text{Yükseklik} / \text{Genişlik} \quad (\text{Eş.2})$$

Mikrometre ile hava boşluğu yüksekliği (mm) ölçülmüştür. Yumurtaların özgül ağırlığını belirlemek için kullanılan tuz çözeltileri ise, Şenköylü (2001)'e göre hazırlanmıştır.

Tablo 2. Bazal rasyon
Table 2. Basal diet

Yem Maddeleri	%
Mısır	52.33
Tam Yağlı Soya	15.00
Soya Fasulyesi Küşpesi	14.69
Ayçiçeği Tohumu Küşpesi	5.00
Buğday	3.00
Dikalsiyum fosfat	0.93
Tuz	0.35
Vitamin Premiks	0.15
Mineral Premiks	0.05
DL-Metiyonin	0.08
Kireçtaşı	8.42
Hesaplanmış Besin Değerleri	%
Metabolik Enerji, kcal/kg	2795
Ham Protein, %	16.75
Ham Selüloz, %	4.00
Ham Yağ, %	4.87
Metiyonin+Sistin, %	0.68
Lisin, %	0.98
Kalsiyum, %	3.50
P _{yar} , %	0.36

2.1. Propolisin suda ekstraksiyonu

Propolisin suda ekstraksiyonu, Kalia ve ark. (2017) tarafından bildirilen yöntem temel alınarak elde edilmiştir. Bunun için 10.0 g propolis tozu, 40 ml distile su ile 5 gün süreyle aralıklarla çalkalanarak süspanse edilmiş ve ardından Whatman 41 filtre kağıdından süzülerek ekstraksiyon işlemi tamamlanmıştır.

2.2. Mikroskopik ölçümler

Yumurta kabuklarının morfolojileri, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında bulunan FEI Quanta FEG 250 model elektron mikroskobu kullanılarak taramalı elektron mikroskobu ile belirlenmiştir. Örneklerin stereomikroskop fotoğrafları ise, Leica stereomikroskop (Leica S8APO) ile elde edilmiştir.

2.3. Yumurta kabuklarının mikroflora analizi

Her kombinasyon grubundan üç kabuklu yumurta (10 ve 20 gün süreyle saklanan) analiz edildi. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımları için Plate Count Agar (Merck, 1.05463) kullanılmış, ekimin ardından 48 saat boyunca 28-30°C' de inkübatörde bekletilmiştir (Selma ve ark., 2008). Koliform sayımları için Violet Red Bile Agar (Merck, 1.01406) kullanılmış ve 24 saat 30-32°C' de inkübasyona bırakılmıştır. Bakteri sayımları, log₁₀ koloni oluşturan birim (kob) g⁻¹ kullanılarak hesaplanmıştır (Harrigan, 1998).

2.3. İstatistik analiz

Verilerin istatistik analizi için Statistica yazılım programı (1999) kullanılmıştır. Analizlerin Çoklu karşılaştırma testleri Duncan ile yapılmıştır. Kullanılan matematiksel model, Eşitlik 3'te belirtildiği gibidir;

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + e_{ijkl} \quad (\text{Eş.3})$$

- Y_{ijkl} : i. depolama süresinde, j. depolama sıcaklığında ve k. propolis kaplamanın l. yumurta özelliği üzerine gözlemi,
 μ : genel ortalamayı,
 A_i : i. depolama süresinin etkisini (1-2; 10 ve 20 gün),
 B_j : j. depolama sıcaklığının etkisini (1-2; 4 ve 22 °C),
 C_k : k. propolis ekstraktı ile kaplamanın etkisini (1-2; yok ve var),
 $(AB)_{ij}$: i. depolama süresi ve j. depolama sıcaklığının interaksiyon etkisini,
 $(AC)_{ik}$: i. depolama süresi ve k. propolis kaplamanın interaksiyon etkisini,
 $(BC)_{jk}$: j. depolama sıcaklığı ve k. propolis kaplamanın interaksiyon etkisini,
 $(ABC)_{ijk}$: i. depolama süresi, j. depolama sıcaklığı ve k. propolis kaplamanın interaksiyon etkisini,
 e_{ijkl} : Şansa bağlı hatayı göstermektedir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Suda ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen propolis ile kaplanmış ve hiçbir işlem uygulanmamış kontrol grubu yumurta kabuklarının elektron ve stereo mikroskop görüntüleri Şekil 1 ve Şekil 2' de verilmiştir. Elektron mikroskobu görüntüsü üzerinde, propolis kaplamanın yumurta üzerindeki gözenekleri doldurarak, kapatıcı bir etkiye sahip olabileceği görülmektedir.

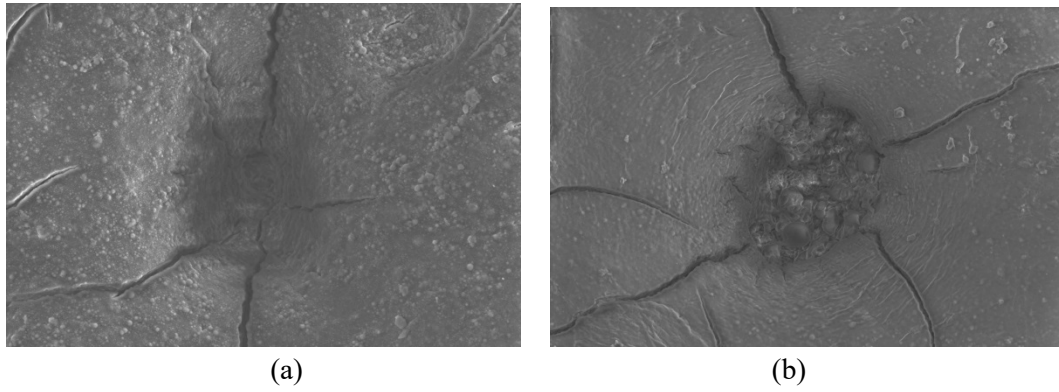


Figure 1. Scanning electron micrographs showing non-coated pores (a) and with propolis extract coated (b)
Şekil 1. Propolis ekstraktı ile (a) kaplanmamış ve (b) kaplanmış olan kabukların elektron mikroskobu mikrografları

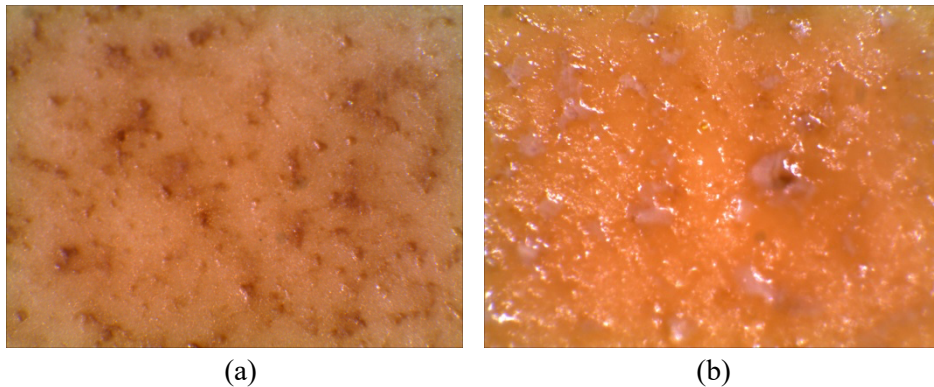


Figure 2. Propolis extract non-coated (a) and coated (b) pores under the stereomicroscope (80x)
Şekil 2. Stereomikroskop altında propolis ekstraktı ile kaplanmamış (a) ve (b) kaplanmış gözenekler (80x)

Özellikle uzun depolama sürelerinde ve şartlarında kütikül tabakasının koruyucu etkisinin azaldığı bilindiğinden PE ile kaplamanın bu etkisi önemli bulunmaktadır. Bu sonuçlar Akpınar ve ark. (2015), Pires ve ark.

(2019a, b) tarafından bildirilen sonuçlar ile uyumluluk göstermektedir. Pires ve ark. (2019b) pirinç proteini ve propolis kaplanmış yumurta kabuğunda daha düşük bir yüzey gözenekliliği olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar pirinç proteini ve propolis uygulamaları ile kaplamanın gaz ve nem transferine karşı koruyucu bir bariyer sağlayabileceğini ve yumurta kalitesinin kaplanmamış yumurtalara göre daha uzun süre korunmasına yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir.

Yumurta kalite özellikleri; tavukların hatları, yaş, yumurtlama süresi, barınma sistemi, sıcaklık stresi ve beslenme gibi bazı önemli faktörlerden etkilenmektedir (Van Den Brand ve ark., 2004; Lara ve Rostagno, 2013; Ketta ve Tumová, 2016; Kang ve ark., 2020). Bununla birlikte, depolama süresi uzadıkça, yumurta kabuğundaki porlardan karbondioksit ve nem buharlaşması sebebiyle yumurtaların iç kalitesi kötüleşebilmektedir (Vandyousefi ve Bhargava, 2017).

Yumurta ağırlık kaybının daha az olması farklı kaplama malzemelerinin kullanıldığı Homsaard ve ark. (2020) tarafından bildirilen sonuçlarla uyum göstermektedir. Saeed ve ark. (2017) yumurtaların oda sıcaklığında depolandığında, yenilebilir kaplamaların iç kalite özelliklerini ve raf ömrünü etkin bir şekilde uzattığını bildirmişlerdir. Buna karşın Vandyousefi ve Bhargava'nın (2017) yürüttükleri çalışmada ise tarçın ve kitosan kombinasyonu emülsiyonu ile kaplama yapıldığında, depolama sıcaklığından bağımsız olarak yumurta ağırlık kaybı, pH, sarı indeksi, Haugh birimi ve hava boşluğu değerlerinin daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Çalışma sonuçları incelendiğinde özellikle hava boşluğu yükseklikleri, artan depolama sürelerinden olumsuz etkilenmiştir. Ancak yumurtaların PE kaplaması ile özellikle 22°C' de 20 gün depolanan yumurtalarda özgül ağırlık önemli ölçüde artmış ve hava boşluğu yüksekliği boyutu ise küçülmüştür (Tablo 3).

Depolama süresi ve sıcaklık arttıkça tüm gruplar için yumurta ağırlık kayıpları artmıştır. Bununla birlikte, tüm gruplarda yumurtaların PE kaplaması yumurta ağırlık kaybını önemli ölçüde azaltmıştır (P<0.05).

Tablo 3. Propolis ekstraktlarının bazı yumurta kalite parametreleri üzerindeki etkileri

Table 3. Effects of propolis extracts on some egg quality parameters

Depolama süresi (Gün)	Depolama sıcaklığı (°C)	PE	Ağırlık (g)	YAK (%)	ÖA (g/cm ³)	HBY (mm)
10	4	-	67.8	1.07 ^{cd}	1.076 ^{ab}	5.80 ^c
		+	66.5	0.95 ^d	1.076 ^{ab}	5.13 ^c
	22	-	68.5	1.13 ^{cd}	1.079 ^a	5.85 ^c
		+	67.1	0.84 ^d	1.077 ^{ab}	5.50 ^c
20	4	-	65.9	1.73 ^{ab}	1.068 ^c	6.92 ^b
		+	67.7	1.43 ^{bc}	1.072 ^{bc}	6.69 ^b
	22	-	65.7	1.99 ^a	1.061 ^d	7.85 ^a
		+	65.3	1.81 ^{ab}	1.071 ^c	6.90 ^b
Ortalamanın standart hatası			0.535	0.044	0.001	0.135
Varyasyon kaynağı			Olasılık Değerleri			
Depolama süresi			0.473	<0.001	<0.001	<0.001
Depolama sıcaklığı			0.865	0.154	0.275	0.065
Kaplama			0.710	0.032	0.023	0.010
Süre x Sıcaklık			0.458	0.092	0.029	0.397
Süre x Kaplama			0.378	0.848	0.003	0.850
Sıcaklık x Kaplama			0.628	0.920	0.444	0.623
Süre x Sıcaklık x Kaplama			0.688	0.478	0.151	0.214

^{a,b,c,d} Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

PE: Propolis ekstraktı kaplama; YAK: Yumurta ağırlık kaybı; ÖA: Özgül ağırlık; HB: Hava boşluğu yüksekliği

Yumurta ağırlık kaybı (%): Değerler, saklama döneminin başlangıcındaki yumurta ağırlığının yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

Propolis uygulamasının yapıldığı bir araştırmada Suryani ve ark. (2017) yapılan bir çalışmada alkolde ekstrakte edilen propolis ekstresi yumurtaların yüzeyine püskürtülmüştür. Depolama sonrası yumurta ağırlık değişiklikleri, mikrobiyal kontaminasyon ve yumurtaların Haugh Birimi değerleri 5 hafta boyunca gözlenmiştir. Bu araştırmanın sonuçları %10 propolis kaplamanın yumurtada ağırlık kaybını önemli ölçüde önlediğini göstermiştir. Diğer yandan, daha düşük konsantrasyonda (%2.5) uygulama ise Haugh Birimini korumuş ve 3 hafta boyunca yumurta kabuğunda mikrobiyal üremeyi engellenmiştir. Bu sonuçlara göre yumurtaların hijyenini ve raf ömrünü uzatmak için %2.5 propolis uygulaması önerilmiştir.

Depolanmış yumurtaların ağırlık kayıpları incelendiğinde, istatistiki olarak depolama süresinin negatif ($P<0.01$) ve PE ile kaplamanın ise pozitif ($P<0.05$) bir etkisi olduğu görülmüştür (Tablo 3). Pires ve ark. (2019b) benzer şekilde, uzun süreli depolamalarda tüm gruplarda ağırlık kaybı gözlemlenmiş, bununla birlikte kaplanmamış yumurtaların ağırlık kayıplarının önemli derecede daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Pirinç proteini ve propolis ile birlikte kaplama sonucunda ise ağırlık kaybı daha az gerçekleşmiştir.

Tablo 4. Propolis ekstraktlarının bazı yumurta iç kalitesi parametreleri üzerindeki etkileri

Table 4. Effects of propolis extracts on some internal egg quality parameters

Depolama süresi (gün)	Depolama sıcaklığı (°C)	PE	YSR	Sİ	Sarı pH	Ak pH	HB
10	4	-	8.75a	39.44 ^a	6.40	9.07 ^c	67.49 ^a
		+	8.20a	41.35 ^a	6.40	9.13 ^c	74.69 ^a
	22	-	8.00ab	34.30 ^b	6.41	9.51 ^b	49.86 ^{bc}
		+	8.00ab	34.49 ^b	6.40	9.50 ^b	45.68 ^c
20	4	-	8.20a	40.60 ^a	6.42	9.13 ^c	75.81 ^a
		+	7.22abc	42.21 ^a	6.39	9.12 ^c	77.38 ^a
	22	-	7.00bc	29.45 ^c	6.41	9.65 ^a	48.06 ^{bc}
		+	6.50c	34.52 ^b	6.44	9.61 ^{ab}	57.28 ^c
Ortalamanın standart hatası			0.124	0.573	0.08	0.029	1.838
Varyasyon kaynağı			Olasılık Değerleri				
Depolama süresi			<0.001	0.303	0.523	0.005	0.030
Depolama sıcaklığı			0.008	<0.001	0.433	<0.001	<0.001
Kaplama			0.057	0.002	0.808	0.943	0.144
Süre x Sıcaklık			0.356	0.014	0.691	0.050	0.897
Süre x Kaplama			0.378	0.495	0.884	0.376	0.408
Sıcaklık x Kaplama			0.329	0.521	0.548	0.310	0.690
Süre x Sıcaklık x Kaplama			0.945	0.059	0.325	0.710	0.046

^{a,b,c} Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu göstermektedir ($P<0.05$).

PE: Propolis ekstraktı kaplama; YSR: Yumurta sarısı rengi; Sİ: Sarı indeksi; HB: Haugh Birimi

Yumurta sarısı indeksi, tazelik göstergelerinden birisidir. Bu çalışmada PE ile yumurta kabuğu kaplamanın depolama sırasında yumurta sarısı indeksini artırdığı görülmüştür ($P<0.001$). PE kaplı yumurtaların 22°C' de 20 günlük depolamanın sonucunda yumurta sarı indeksi 34.52, kaplanmamış yumurtaların ise 29.45 değeri ile daha düşük bulunmuştur (Tablo 4). Sarı indeksi değerlerinin kaplama neticesinde daha yüksek bulunması Didar (2019) tarafından bildirilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Benzer sonuçlar Mudannayaka ve ark. (2016) tarafından yapılan bir araştırmada da gözlenmiştir. Bu çalışmada balmumu, jelatin ve aloe vera jeli yumurta kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır. Balmumu ve mineral yağ kaplı yumurtalar haftalık depolama sonunda A kalite niteliğini korumuştur.

Bu sonuçlara ilaveten, PE ile kaplanmış yumurtaların 22°C' de 10 gün ve 20 gün depolanması arasında yumurta sarı indeksi, ak pH ve HB değerleri bakımından bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, yumurtanın kaplanmasının raf ömrü bakımından olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, yumurta sarısı rengi depolama süresi ve sıcaklığından olumsuz şekilde etkilenmiştir ($P<0.01$). Benzer sonuçlar, Pires ve ark.' ın

(2019b) yaptıkları araştırmada da saptanmıştır. Bu araştırmacılar yumurtanın pirinç proteini ve propolis ekstraktıyla kaplanması sonucularını incelemiş, Haugh birimi ve Sarı indeksi değerleri kaplanmış yumurtalarda daha yüksek olarak bulunmuştur.

Çalışmada koliform bakteri ve toplam mezofilik bakteri sayılarının depolama süresinden artmasıyla birlikte önemli derecede arttığı görülmüştür ($P<0.001$; *Tablo 5*). Yumurtaların 20 gün depolanmasının yumurta kabuğundaki toplam mezofilik bakteri sayısının depolama sıcaklığından etkilenmediği, bununla birlikte depolama süresinin ve kaplamanın etkisinin istatistiki olarak önemli bulunduğu saptanmıştır ($P<0.001$). Bununla birlikte hem koliform, hem de total mezofilik bakteri sayılarının üzerinde interaksiyonların etkisi anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$; *Tablo 4*).

Tablo 5. Yumurta kabuğundaki koliform bakteri ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı üzerine depolama süresi, sıcaklığı ve propolis ekstraktı (PE) ile kaplamanın etkileri

Table 5. Effects of storage time, temperature and coating of propolis extracts on number of coliform bacteria and total aerobic mesophilic bacteria on the egg shell

Depolama süresi (gün)	Depolama sıcaklığı (°C)	PE	Koliform bakteri (log kob / g)	Total mezofilik bakteri (log kob / g)
10	4	-	5.388 ^d	7.745 ^b
		+	4.505 ^e	6.045 ^c
	22	-	3.863 ^f	6.491 ^c
		+	4.193 ^{ef}	6.273 ^c
20	4	-	6.008 ^c	8.311 ^b
		+	7.831 ^a	8.268 ^b
	22	-	7.757 ^a	9.304 ^a
		+	7.060 ^b	9.036 ^a
Ortalamanın standart hatası			0.166	0.142
Varyasyon kaynağı			Olasılık Değerleri	
Depolama süresi			<0.001	<0.001
Depolama sıcaklığı			0.111	0.226
Kaplama			0.286	<0.001
Süre x Sıcaklık			<0.001	<0.001
Süre x Kaplama			0.002	0.009
Sıcaklık x Kaplama			0.016	0.040
Süre x Sıcaklık x Kaplama			0.001	0.006

^{a,b,c,d,e,f} Aynı sütundaki farklı harfler, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu göstermektedir ($P<0.05$).

Benzer sonuçlar De Carvalho ve ark. (2013) yaptıkları araştırmada da saptanmıştır. Araştırmacılar propolis ile kaplamanın, daha az yumurta ağırlık kaybı, özgül ağırlıkta azalma ve Haugh biriminin azalmasını sağladığını vurgulamışlardır. Fakat De Carvalho ve ark. (2013), propolisle kaplı yumurtalarda koliform veya Salmonella saptamamış ve böylece yumurtaların propolis ile kaplanması raf ömrünü artırdığı, yumurtaların iç ve mikrobiyolojik özelliklerini koruduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada yumurtaların hem pektin hem de tarçın hidrosol içeren pektin ile kaplandığı gruplarda mikrobiyoloji sonuçları depolamanın 1. haftasında tüm numunelerin toplam bakteri sayısının sıfır olduğunu göstermiştir. Kaplanmamış yumurtalarda, depolamanın 6. haftasında toplam bakteri sayısı 3 kob/ml' e ulaşmıştır. Kaplanmış yumurtanın toplam bakteri sayısı, depolama süresi boyunca sıfır olarak saptanmıştır. Araştırmada incelenen *Salmonella*, *E. coli* ve *S. aureus* sayımları tüm numuneler için 1. Hafta ile 6. Hafta arasında sıfır olarak bulunmuştur (Didar, 2019). Çalışmada, yumurta kabuklarındaki depolamayla artan mikrobiyolojik yükün serbest yetiştirme yöntemi kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu görüş Parisi ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırma ile uyum göstermektedir. Bu araştırmacılar yumurtlamadan sonra tavukların yumurtalarla daha fazla temas ettiği serbest yetiştirme sisteminde elde edilen yumurtaların, batarya tip kafes sistemlerinde üretilen yumurtalara göre yumurta kabuğu yüzeyinde

daha fazla mikrobiyolojik kontaminasyona yol açtığını bildirmişlerdir. Tosi ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, test edilen propolis etanolik özütlerinin in vitro olarak *E. coli* gelişimini engelleyebileceğini ve bu nedenle doğal bir gıda koruyucusu olarak faydalı olabileceğini bildirmiştir. Copur ve ark. (2008) %10 PE' nin (etil alkolde) diğer kaplama yöntemlerine göre iç kaliteyi olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Çalışmada ise suda çözülürken elde edilen PE kullanılmış, sıcaklık artışları kabuktaki koliform bakterileri üzerinde değişen etkiler göstermiştir. Özellikle, toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, propolis kaplaması ile bir azalma göstermektedir (Tablo 4). Pires ve ark. (2019b) pirinç proteini ve propolis kaplamanın oda sıcaklığında uzun süreli saklama sırasında taze yumurtaların iç kalitesini korumak için uygun bir alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

4. Sonuç ve Öneriler

Propolis ekstraktı ile kaplama, yumurta ağırlık kaybını ve hava boşluğu yüksekliğini, kaplanmamış gruplara göre en aza indirmiştir. Propolis ile kaplama sonucunda özgül ağırlık, yumurta sarısı indeksi artmış ve toplam mezofilik bakteri sayısı azalmıştır. Propolis ekstraktı kabuğun üzerindeki porları kapladığı için, oda ve buzdolabı sıcaklıklarında depolanan yumurtaların raf ömrü ve iç kalite özellikleri üzerinde olumlu etkilere sebep olduğu görülmüştür. Bu olumlu etkileri nedeniyle yumurta kabuğunun kaplanmasında kullanılacak doğal bir alternatif bir ürün olarak değerlendirilebilir. Çalışmada bir gıda ürünü olan yumurtayı kaplamakta kullanıldığı için suda ekstraksiyon yöntemi tercih edilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda etanolde ve/ veya metanolde ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen propolisin yumurta iç ve dış kalite parametreleri üzerine etkisi de incelenebilir.

Kaynakça

- Abdel-Kareem, A.A.A., El-Sheikh, T.M. (2017). Impact of supplementing diets with propolis on productive performance, egg quality traits and some haematological variables of laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 101 (3): 441-448.
- Agma Okur, A., Samli, H.E. (2013). Effects of storage time and temperature on egg quality parameters and electrical conductivities of eggs. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 10 (2): 78-82.
- Akpinar, G.C., Canogullari, S., Baylan, M., Alasahan, S., Aygun, A. (2015). The use of propolis extract for the storage of quail eggs. *Journal of Applied Poultry Research* 24 (4): 427-435.
- Benjakul, S., Kaewmanee, T. (2017). Chapter 39 - Sodium Chloride Preservation in Duck Eggs. In Patricia Y. Hester (Eds.), *Egg Innovations and Strategies for Improvements* (pp. 415-426). ISBN 9780128008799, Academic Press.
- Bhale, S., No, H.K., Prinyawiwatkul, W., Farr, A.J., Nadarajah, K., Meyers, S.P. (2003). Chitosan coating improves shelf life of eggs. *Journal of Food Science* 68 (7): 2378-2383.
- Caner, C., Yuceer, M. (2015). Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. *Poultry Science* 94 (7): 1665-1677.
- Copur, G., Camci, O., Sahinler, N., Gul, A. (2008). The effect of propolis egg shell coatings on interior egg quality. *Archiv fur Geflugelkunde* 72 (1): 35-40.
- De Carvalho, J.X., Suárez, R.O., Mendes, F.Q., de Barros Fernandes, R.V., Da Cunha, M.C., De Carvalho, A.M.X. (2013). Increased shelf life of eggs through the use of propolis. *Semina: Ciências Agrárias* 34 (5): 2287-2296.
- Didar, Z. (2019). Effects of coatings with pectin and cinnamomum verum hydrosol included pectin on physical characteristics and shelf life of chicken eggs stored at 30°C. *Nutrition and Food Sciences Research* 6 (4): 39-45.
- Dominguez-Gasca, N., Muñoz, A., Rodríguez-Navarro, A.B. (2017). Quality assessment of chicken eggshell cuticle by infrared spectroscopy and staining techniques: A comparative study. *British Poultry Science* 58 (5): 517-522.
- Figueiredo, T.C., Assis, D.C.S., Menezes, L.D.M., Oliveira, D.D., Lima, A.L., Souza, M.R. (2014). Effects of packaging, mineral oil coating, and storage time on biogenic amine levels and internal quality of eggs. *Poultry Science* 93 (12): 1-8.
- Harrigan, W.F. (1998). *Laboratory Methods in Food Microbiology*. 3rd ed., eBook, ISBN: 9780080573175, Academic Press, London.
- Hincke, M.T., Nys, Y., Gautron, J., Mann, K., Rodríguez-Navarro, A.B., Mckee, M.D. (2012). The eggshell: Structure, composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience* 17: 1266-1280.
- Holt, P.S., Davies, R.H., Dewulf, J., Gast, R.K., Huwe, J.K., Jones, D.R., Waltman, D., Willian, K.R. (2011). The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science* 90 (1): 251-262.
- Homsaard, N., Kodsangma, A., Jantrawut, P., Rachtanapun, P., Leksawasdi, N., Phimsiripol, Y., Seesuriyachan, P., Chaiyaso, T., Sommano, S.R., Rohindra, D., Jantanasakulwong, K. (2020). Efficacy of cassava starch blending with gelling agents and palm oil coating in improving egg shelf life. *International Journal of Food Science and Technology* doi:10.1111/ijfs.14675.
- Kalia, P., Kumar, N.R., Harjai, K. (2017). Efficacy of different extracts of propolis against Salmonella enterica serovar Typimurium: In vitro and in vivo study. *Journal of Applied and Natural Science* 9 (1): 144-149.
- Kang, S., Kim, D. H., Lee, S., Lee, T., Lee, K. W., Chang, H. H., Moon, B., Ayasan, T., Choi, Y. H. (2020). An acute, rather than progressive, increase in temperature-humidity index has severe effects on mortality in laying hens. *Frontiers in Veterinary Science* 7: 568093. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.568093>
- Ketta, M., Tumová, E. (2016). Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: A review. *Czech Journal of Animal Science* 61 (7): 299-309.
- Kim, S.H., No, H.K., Prinyawiwatkul, W. (2007). Effect of molecular weight, type of chitosan, and chitosan solution pH on the shelf-life and quality of coated eggs. *Journal of Food Science* 72 (1): 44-48.
- Lara, L.J., Rostagno, M.H. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals* 3 (2): 356-369.
- Liu, Y.C., Chen, T.H., Wu, Y.C., Lee, Y.C., Tana, F.J. (2016). Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chemistry* 211: 687-693.
- Mahmoud, U.T., Cheng, H.W., Applegate, T.J. (2016). Functions of propolis as a natural feed additive in poultry. *World's Poultry Science Journal* 72 (1): 37-48.
- Mudannayaka, A.I., Wimangika Rajapaksha, D.S., Heshan Taraka Kodithuwakku, K.A. (2016). Effect of beeswax, gelatin and aloe vera gel coatings on physical properties and shelf life of chicken eggs stored at room temperature. *J World Poult Res* 6 (1): 6-13.
- Nongtaodum, S., Jangchud, A., Jangchud, K., Dhamvithee, P., No, H.K., Prinyawiwatkul, W. (2013). Oil coating affects internal quality and sensory acceptance of selected attributes of raw eggs during storage. *Journal of Food Science* 78 (2): 329-335.
- Parisi, M.A., Northcutt, J.K., Smith, D.P., Steinberg, E.L., Dawson, P.L. (2015). Microbiological contamination of shell eggs produced in conventional and free-range housing systems. *Food Control* 47: 161-165.
-

- Passos, F.R., Mendes, F.Q., Da Cunha, M.C., De Carvalho, A.M.X. (2016). Propolis extract coated in "Pera" orange fruits: An alternative to cold storage. *African Journal Agricultural Research* 11 (23): 2043-2049.
- Pires, P.G.S., Machado, G.S., Franceschi, C.H., Kindlein, L., Andretta, I. (2019a). Rice protein coating in extending the shelf-life of conventional eggs. *Poultry Science* 98 (4): 1918-1924.
- Pires, P.G.S., Pires, P.D.S., Cardinal, K.M., Leuven, A.F.R., Kindlein, L., Andretta, I. (2019b). Effects of rice protein coatings combined or not with propolis on shelf life of eggs. *Poultry Science* 98 (9): 4196-4203.
- Rodríguez-Navarro, A.B., Domínguez-Gasca, N., Muñoz, A., Ortega-Huertas, M. (2013). Change in the chicken eggshell cuticle with hen age and egg freshness. *Poultry Science* 92 (11): 3026-3035.
- Saeed, F., Javaid, A., Ahmed, N., Nadeem, M.T., Arshad, M.S., Imran, A. (2017). Influence of edible coating techniques on quality characteristics of eggs. *Journal of Food Processing and Preservation* 41 (2): e12815.
- Samli, H.E., Agma, A., Senkoğlu, N. (2005). Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal of Applied Poultry Research* 14 (3): 548-553.
- Selma, M.V., Ibáñez, A.M., Allende, A., Cantwell, M., Suslow, T. (2008). Effect of gaseous ozone and hot water on microbial and sensory quality of cantaloupe and potential transference of *Escherichia coli* O157:H7 during cutting. *Food Microbiology* 25 (1): 162-168.
- Shreif, E.Y., El-Saadany, A.S. (2016). The Effect of supplementing diet with propolis on Bandarah laying hens' performance. *Egyptian Poultry Science Journal* 36 (2): 481-499.
- Statistica (1999). Statistica for the Windows Operating System. Tulsa, OK.
- Suppakul, P., Jutakorn, K., Bangchokedee, Y. (2010). Efficacy of cellulose-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs. *Journal of Food Engineering* 98 (2): 207-213.
- Suryani, Y., Kinasih, I., Julita, U., Cahyanto, T., Putra, R.E., Ramdhani, M.A., Purwati, F.E., Parwati, K. (2017). Effect of propolis coating on the quality of eggs: Microbial contamination and Haugh unit. *Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences* 8 (2): 1776-1784.
- Şamlı, H.E., Şenköylü, N., Akyürek, H., Agma, A. (2005). Doğal pigmentlerin yaşlı tavuklarda yumurta sarısına etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 2 (3): 281-286.
- Şenköylü, N. (2001). Modern Tavuk Üretimi. ISBN: 975-93691-2-5, Anadolu Matbaası, Tekirdağ.
- Torrice, D.D., Wardy, W., Carabante, K.M., Pujols, K.D., Xu, Z., No, H.K., Prinyawiwatkul, W. (2014). Quality of eggs coated with oil-chitosan emulsion: Combined effects of emulsifier types, initial albumen quality, and storage. *LWT - Food Science and Technology* 57 (1): 35-41.
- Tosi, E.A., Ré, E., Ortega, M.E., Cazzoli, A.F. (2007). Food preservative based on propolis: Bacteriostatic activity of propolis polyphenols and flavonoids upon *Escherichia coli*. *Food Chemistry* 104 (3): 1025-1029.
- Upadhyaya, I., Yin, H.B., Surendran Nair, M., Chen, C.H., Lang, R., Darre, M.J., Venkitanarayanan, K. (2016). Inactivation of *Salmonella enteritidis* on shell eggs by coating with phytochemicals. *Poultry Science* 95 (9): 2106-2111.
- Van Den Brand, H., Parmentier, H.K., Kemp, B. (2004). Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science* 45 (6): 745-752.
- Vandousefi, S., Bhargava, K. (2017). Formulation and application of cinnamon oil-chitosan emulsion coating to increase the internal quality and shelf-life of shelled eggs. *Journal of Food Processing and Preservation* 41 (2): e12859.
- Xu, L., Zhang, H., Lv, X., Chi, Y., Wu, Y., Shao, H. (2017). Internal quality of coated eggs with soy protein isolate and montmorillonite: Effects of storage conditions. *International Journal of Food Properties* 20 (8): 1921-1934.
- Venkatachalam, K., Lekjing, S., Noonim, P. (2019). Influences of different coating materials on the quality changes of hardboiled salted duck eggs under ambient storage. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 62: e19180471.
- Yuceer, M., Caner, C. (2014). Antimicrobial lysozyme-chitosan coatings affect functional properties and shelf life of chicken eggs during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94 (1): 153-162.

Bazı Uçucu Yağların *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemiptera: Aphididae)'ya İnsektisidal Etkilerinin Belirlenmesi

Determination of the Insecticidal Effects of Some Essential Oils on *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemiptera: Aphididae)


Eda BUDAK¹, Şeyma YİĞİT², Ali Kaan AŞKIN^{3*}, İzzet AKÇA⁴, İslam SARUHAN⁵


Öz


Süs bitkilerinin içerisinde önemli bir yere sahip olan gülün en önemli zararlılarından birisi de Gül yaprak biti *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemiptera: Aphididae)'dir. *M. rosae*, bitki öz suyunu emerek beslenir. Gül yaprak bitleri, koloniler halinde sürgün, yaprak ve tomurcuklarda bulunur. Gül yaprak biti tomurcuk ve yeni sürgünlerin büyümesini geciktirmektedir. Bu nedenle bu zararlılara karşı genellikle kimyasal mücadele uygulanmaktadır. Ancak mücadelede kullanılan kimyasalların çevre ve insan sağlığına olan zararlı etkileri alternatif mücadele yöntemlerinin gelişmesine katkı sağlamıştır. Bu çalışmada, farklı bitkisel uçucu yağların Gül yaprak biti *M. rosae* üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Deneme 25 ±5 °C sıcaklık, %60±10 nem ve 16:8 fotoperiyot koşullarına sahip iklim odalarında gerçekleştirilmiştir. Bitkisel yağlar püskürtme yöntemiyle uygulanmıştır ve kontrol uygulamasında saf su kullanılmıştır. Uygulamadan 24, 48, 72 ve 96 saat sonra ölü bireyler sayılmıştır. Denemeler 5 tekerrürlü olarak kontrollü koşullar altında yürütülmüştür. Bitkisel yağların etkisi Abbott formülü kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Aloe vera (*Aloe barbadensis*), Çay ağacı (*Melaleuca alternifolia*), Okaliptus (*Eucalyptus globulus*), Sarımsak (*Allium sativum*)'ın %1'lik dozlarında 96 saat sonra *M. rosae* üzerindeki ölüm oranları sırasıyla Aloe vera'da %80.8; çay ağacında ve okaliptüste %78.72; sarımsakta %74.46 oranında bulunmuştur. LC90 değerleri *Aloe barbadensis*'in 1.14; *Melaleuca alternifolia* 1.15; *Eucalyptus globulus* 1.14 ve *Allium sativum*'un 1.27 bulunmuştur. Çalışma sonucunda, ölüm oranları ve LC90 değerlendirildiğinde en fazla Aloe vera olmak üzere her dört uçucu yağın da değerleri birbirine çok yakın olarak bulunmuş olup, *M. rosae* mücadelesinde etkili olabileceği görülmektedir. Bu uçucu yağlar, söz konusu Yaprak bitinin mücadelesinde ölüm oranlarının yüksek olması, bitkisel kökenli olmaları nedeniyle ve çevreye olumsuz etkisinin bulunmaması açısından tercih edilebilir.


Anahtar Kelimeler: *Macrosiphum rosae*, Gül, Bitkisel yağ, Toksik etki, Biyolojik aktivite

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ali Kaan AŞKIN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye. E-mail: ali.askin@omu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-8296-166X

¹Eda BUDAK, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksek Okulu, Samsun, Türkiye. E-mail: eda.budak@omu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-9542-6447

²Şeyma YİĞİT, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye. E-mail: seyma.yigit@omu.edu.tr  OrcID: 0000-0003-2268-5103

⁴İzzet AKÇA, Agrobigen Ltd. Şti, SamsunTeknopark, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye. E-mail: iakca@omu.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9617-8820

⁵İslam SARUHAN, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye. E-mail: isaruhan@omu.edu.tr  OrcID: 0000-0003-0229-9627

Atıf/Citation: Budak E, Yigit Ş, Aşkin A.K., Akça İ, Saruhan İ. Bazı Uçucu Yağların *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemiptera: Aphididae)'ya İnsektisidal Etkilerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 101-107.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ, 2022.

Abstract

One of the most important pests of rose, which has an important place among ornamental plants, is Rose Aphid *Macrosiphum rosae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *M. rosae* feeds by sucking plant. Rose aphids are found in colonies on shoots, leaves and buds. This pest is difficult to control. The harmful effects of the chemicals used in the control on the environment and human health have contributed to the development of alternative control methods. In this study, the effects of different herbal essential oils were determined on *M. rosae*. The experiment was carried out in climate chambers with 25 ± 5 ° C temperature, $60 \pm 10\%$ humidity and 16: 8 photoperiod conditions. The vegetable oils were applied by a spraying method, and pure water was used in the control application. The dead individuals were counted at 24, 48, 72 and 96 hours after application. The trials were carried out in 5 replications. The effect of vegetable oils was evaluated using the Abbott formula. According to the results obtained; Mortality rates on *M. rosae* in 1.0% doses of Aloe vera (*Aloe barbadensis*), Tea tree (*Melaleuca alternifolia*), Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), Garlic (*Allium sativum*) after 96 hours were 80.8% for Aloe vera, and 78.72% for Eucalyptus and Tea tree, and 74.46% for Garlic. LC90 values of *Aloe barbadensis*, *Melaleuca alternifolia*, *Eucalyptus globulus*, and *Allium sativum* were found 1.14; 1.15; 1.14, 1.27, respectively. As a result of the study, according to the mortality rates and LC 90 are evaluated, the values of all four essential oils, including Aloe vera were very close to each other, and can be effective in the control of *M. rosae*. These essential oils can be preferred to control against the aphids because of high mortality rates, no negative impact on the environment, and vegetable origin.

Keywords: *Macrosiphum rosae*, Rose, Herbal oil, Toxic effect, Biological activity

1. Giriş

Süs bitkileri evlerimizi, park ve bahçelerimizi güzelleştirmek için kullanılan bitkilerdir. Türkiye’de toplam 52.477 da alanda süs bitkisi üretimi yapılmakta, 2.080 da alanında ise gül üretilmektedir (Anonim, 2021). Türkiye, süs bitkileri üretimi itibarıyla dünyada yaklaşık %0.7’lik bir paya sahiptir. Türkiye’de üretim alanlarına göre sırasıyla en fazla üretilen kesme çiçekler karanfil, gül ve gerbera’dır. Ticari kesme gül yetiştiriciliğinde *Rosa gallica* ve *Rosa chinensis* arasındaki melezlemelerden elde edilen hibrit gülleri kullanılmaktadır (Akat ve ark, 2017).

Mevsimlik bitkilerin de dâhil olduğu pek çok park ve süs bitkisinin önemli bir zararlısı olan Yaprak bitleri Aphidoidea (Hemiptera) üst familyasına bağlıdır. Güllerde görülen en önemli Yaprak biti türü, Gül yaprak biti (*Macrosiphum rosae* (L.))’dir. Gül yaprak bitinin esas konukçusu yabancı ve kültür formundaki güllerdir. Bu tür, iklim koşullarının elverişli olduğu bölgelerde bütün bir yıl boyunca eşeysiz olarak çoğalarak yaşamlarını sürdürürler. Yılda 10-16 döl verir. Nimf ve erginler gül bitkisinde yaprak, sürgün ve tomurcukları sokup bitki öz suyunu emerler. Böylece bitkinin zayıflamasına, tomurcukların açmamasına, yapraklarda büzülme, kıvrılma ve renk değişimi gibi deformasyonlara neden olurlar. Ayrıca bazı virüs hastalıklarının taşıyıcılığını yaparlar (Özbek ve ark., 1998; Yücel ve Kıvan, 2018).

Özellikle son yıllarda bitki zararlılarıyla mücadelede en fazla kullanılan mücadele yöntemi olan kimyasal mücadele Yaprak bitleriyle mücadelede de sıklıkla kullanılan bir mücadele metodudur. Kimyasal mücadelenin yanlış ve bilinçsizce yapılmasıyla beraber hem insan hem de çevre sağlığını olumsuz etkileyecek çeşitli etkileri ortaya çıkmaktadır. Doğal dengenin tahrip edilmesi, uygulanan kimyasalların yer altı sularına karışarak çevre kirliliği yaratması, kalıntı problemleri, hedef dışı organizmaların olumsuz etkilenmesi ve tarımsal zararlıların kullanılan pestisitlere karşı dayanıklılık geliştirmesi gibi olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır. Bu etkilerden dolayı bir çok hastalık ve zararlıların mücadelesinde alternatif mücadele yöntemlerinden olan uçucu yağlar üzerine olan çalışmalara yoğunluk verilmiştir (Bakkali ve ark., 2008; Chu ve ark., 2010; Ebadollahi, 2011; Aktepe ve ark., 2019; Karabüyük ve Aysan, 2019; Umarusman ve ark, 2019; Yiğit ve ark., 2019a; Yiğit ve ark., 2020). Uçucu yağlar başlıca Myrtaceae, Lauraceae, Lamiaceae ve Asteraceae familyalarına ait 17.500 aromatik bitki türünden elde edilmektedir (Regnault-Roger ve ark., 2012). Uçucu yağların böceklerin; davranışı, beslenme, büyüme, gelişme ve üreme üzerine etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Coast, 1994; Nerio ve ark., 2009; Tripathi ve ark., 2009; Birgücü ve ark., 2014, Yiğit ve ark., 2019b; Bayındır ve Birgücü, 2020). Bu çalışmada; Aloe vera (*Aloe barbadensis*), Çay ağacı (*Melaleuca alternifolia*), Okaliptus (*Eucalyptus globulus*) ve Sarımsak (*Allium sativum*) uçucu yağlarının, *M. rosae* erginleri üzerinde insektisidal etkilerinin bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan uçucu yağlar; Aloe vera (*A. barbadensis*) (Arifoğlu Ltd. Şti.), Çay ağacı (*M. alternifolia*) (Arifoğlu Ltd. Şti.), Okaliptus (*E. globulus*) (Arifoğlu Ltd. Şti.) ve Sarımsak (*A. sativum*) (Arifoğlu Ltd. Şti.) aktarlardan temin edilmiştir. Denemede kullanılan yaprak bitleri, Samsun ili Atakum ilçesinde ilaçlama yapılmamış bir bahçedeki güllerden erginler ve nimfler toplanmıştır. Nimfler ayıklanarak kültüre alınıp, ergin olmaları sağlanmıştır.

Çalışma; 25 ±5 °C sıcaklık, %60±10 nem ve 16:8 fotoperiyot koşullarına sahip iklim odalarında gerçekleştirilmiştir. *Macrosiphum rosae* erginleri ve uçucu yağlarının %0.1; %0.3 ve %1 dozları kullanılmıştır.

Deneme 5 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, 5 cm çapındaki plastik petrielerde gerçekleştirilmiştir. Petrieler içerisinde saf su ile nemlendirilmiş kurutma kağıtları konulmuş ve yaprak bitlerinin beslenmesi için birer gül yaprağı ve üzerlerine 10’ar tane ergin birey bırakılmıştır. Uçucu yağların %0.1, %0.3 ve %1 dozları her bir petriye 2 ml gelecek şekilde püskürtme yöntemiyle uygulanmıştır ve kontrol uygulamasında saf su kullanılmıştır. Uygulamadan 24, 48, 72 ve 96 saat sonra ölü bireyler sayılmıştır. Elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Lethal Konsantrasyon (LC) değerleri ise probit analizi ile belirlenmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde, SPSS paket programından faydalanılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Farklı bitkisel yağların *M. rosae* erginlerine etkisi üzerine yapılan çalışmada elde edilen veriler Tablo 1’de verilmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere her bitkisel yağın kendi içindeki dozlarında, doz oranı arttıkça ölüm oranı

artmıştır. Her dört bitkisel yağda da en üst doz (%1) alt dozlara göre daha etkili bulunmuştur. Özellikle uygulamadan 9 saat sonraki etkilere bakıldığında, en üst dozun alt dozlara göre istatistiki olarak farklı grupta yer aldığı görülmektedir.

Çalışmada 96 saat sonunda elde edilen verilere göre Aloe vera, Çay ağacı, Okaliptus ve Sarımsak yağlarında en yüksek dozlarda (%1) yüzde ölümler sırasıyla %82, 80, 80 ve 76 olarak bulunmuştur. Her 4 bitkisel uçucu yağ uygulamasından 96 saat sonra üst dozlardaki (%1) ölüm oranlarına bakıldığında istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. Denemede kullanılan yağların uygulama dozları arttıkça ölüm oranlarının da arttığı gözlenmiştir. Bu yağların 96 saat sonunda LC₅₀ değerleri incelendiğinde Aloe vera'nın LC₅₀ değeri 0.34; Çay ağacının 0.31; Okaliptusun 0.32 ve Sarımsakın 0.34 bulunmuştur. LC₉₀ değerleri ise Aloe vera'nın 1.14; Çay ağacının 1.15; Okaliptusun 1.14 ve Sarımsakın 1.27 bulunmuştur.

Tablo 1. Bitkisel uçucu yağların ortalama ölüm oranları ve LC₅₀ – LC₉₀ değerleri

Table 1. Average mortality rates and LC₅₀ - LC₉₀ values of herbal essential oils

Bitkisel Yağlar	Doz (%)	Ölüm oranı (%)			
		24 saat	48 saat	72 saat	96 saat
<i>Aloe barbadensis</i> (Aloe vera)	0	0.0 h C	0.0 f D	4.0 g C	6.0 e** C*
	0.1	10.0 gh C	24.0 e C	38.0 ef B	56.0 cd B
	0.3	22.0 def B	36.0 cd B	36.0 f B	54.0 cd B
	1	44.0 ab A	56.0 a A	60.0 abc A	82.0 a A
	LC ₅₀	1.05	0.81	0.72	0.34
	LC ₉₀	1.94	1.75	1.81	1.14
<i>Melaleuca alternifolia</i> (Çay ağacı)	0	0.0 h C	0.0 f C	4.0 g C	6.0 e C
	0.1	24.0 de B	40.0 bcd B	42.0 def B	56.0 cd B
	0.3	30.0 cd AB	42.0 bc B	50.0 cde B	64.0 bcd B
	1	42.0 ab A	56.0 a A	66.0 a A	80.0 a A
	LC ₅₀	1.10	0.75	0.56	0.31
	LC ₉₀	2.37	1.93	1.58	1.15
<i>Eucalyptus globulus</i> (Okaliptus)	0	0.0 h C	0.0 f C	4.0 g C	6.0 e D
	0.1	12.0 fg B	30.0 de B	38.0 ef B	52.0 d C
	0.3	12.0 fg B	36.0c d B	42.0 def B	66.0 bc B
	1	40.0 abc A	48.0 ab A	66.0 a A	80.0 a A
	LC ₅₀	1.16	0.94	0.61	0.32
	LC ₉₀	2.07	2.17	1.58	1.14
<i>Allium sativum</i> (Sarımsak)	0	0.0 h D	0.0 f C	4.0 g D	6.0 e C
	0.1	18.0 efg C	32.0 cde B	40.0 ef C	54.0 cd B
	0.3	36.0 bc B	50.0 ab A	52.0 bcd B	64.0 cd B
	1	48.0 a A	56.0 a A	62.0 ab A	76.0 ab A
	LC ₅₀	0.94	0.72	0.60	0.34
	LC ₉₀	1.97	1.82	1.72	1.27

*Aynı sütundaki büyük harfler tür içi doz karşılaştırmasıdır.

**Aynı sütundaki küçük harfler tüm dozların karşılaştırılmasıdır.

Değişik bitkisel yağların bitki zararlılarına etkisi üzerine yapılan çalışmalarda genel olarak laboratuvarda üretilen bitkisel yağlar kullanılmaktadır. Ancak aktarlarda satılan bitkisel yağlarında değişik bitkisel ve kentsel zararlılara etkisi üzerine de çalışmalar bulunmaktadır (Isman ve ark., 2008; Karaca ve Ayyıldız, 2018; Yiğit ve ark., 2019c; Santana ve ark., 2020). Bu çalışmada da aktarlardan temin edilen 4 farklı ticari bitkisel yağların farklı dozlarının gül yaprak bitine etkisine bakılmıştır. Çalışma sonucunda her bitkisel yağın doz ve zamana bağlı olarak gül yaprak bitine toksik etkisinin arttığı belirlenmiştir.

Alghamdi (2018) yaptığı çalışmada dört bitki (*Moringa oleifera* L., *Eruca sativa* L., *Raphanus sativus* L., *Allium sativum* L.) uçucu yağının değme etkisini, gül yaprak bitine (*Macrosiphum rosae* L.) karşı %1, %2 ve %4 konsantrasyonlarında denemiş ve 12, 24, 48 ve 72 saat maruz bırakma süresinden sonra, uçucu yağ testlerinde roka yağı, *M. rosae*'ya karşı tüm konsantrasyonlarda %97.5'e ulaşan ölüm oranıyla en yüksek değeri vermiş, bunu sırasıyla sarımsak yağı (%80.6), turp yağı (%69.2) ve moringa yağı (% 63.3) izlemiştir. Ölüm oranlarının farklı deneme sürelerinde, uçucu yağ konsantrasyonlarının artmasıyla arttığını ortaya koymuştur.

Lai ve You, (2010) *A. sativum* bitki ekstraktı ile hem laboratuvar ve hem de tarla koşullarında *M. persicae* üzerinde yüksek oranda toksik olduğu ve önemli oranda beslenme engelleyici etki gösterdiğini saptamışlardır. Yapılan çalışma sonucunda da sarımsak yağının benzer şekilde *M. rosae*'ya karşı ölüm oranı %74.46 olarak bulunup, düşük dozlarda da uçucu yağ uygulamalarının etkili olduğu ve doz arttıkça etkinin arttığı görülmüştür. Işık ve Görür (2009) yedi adet bitki uçucu yağının değme etkisini (*Juniperus excelsa* Bieb., *Juniperus oxycedrus* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Pimpinella anisum* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Juglans regia* L. ve *Laurus nobilis* L.) afisidal aktivitelerinin *Brevicoryne brassicae* karşı etkilerini laboratuvar koşullarında test etmişler ve bu uçucu yağların, lahanaya yaprak bitinin yüksek oranda ölümüne yol açtığını tespit etmişlerdir. Capinera (2008), tesbih ağacı (*Melia azedarach* L.)'dan elde edilen meyve ekstraktının %25, 12.5 ve 1.25 konsantrasyonlarının uygulandığı *M. persicae* (Sulzer, 1776), *Aphis gossypii* (Glover, 1877), *A. fabae* (Scopoli, 1763)'de %100 oranında ölüme neden olduğu ve ekstraktın ayrıca repellent etki gösterdiği bildirilmiştir. Kim ve ark. (2005) *Pittosporium tobira* ve *Camellia japonica* bitki ekstraktlarının *M. persicae* ve *Fatsia japonica*'ya *Dendropanax morbifera* ve *Ficus carica* bitki ekstraktlarının ise, *A. gossypii*'ye uygulandıktan 24 saat sonra %100 oranında çoğalmayı azalttığını bildirmişlerdir. Gerek bu çalışma gerekse de farklı araştırmacılarının bitkisel yağlar ile yaprak bitleri üzerine yaptıkları çalışmalarda da görüldüğü üzere, bitkisel yağların Yaprak biti mücadelesinde kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek nitelikte olduğu görülmektedir.

4. Sonuç

Süs bitkilerinin içerisinde önemli bir yer kaplayan gülün en önemli zararlılarından birisi de *Macrosiphum rosae*'dir. Bu zararlı türün mücadelesinde genellikle kimyasal mücadele tercih edilmektedir. Bu türe karşı bazı bitkisel yağların etkisi üzerine laboratuvar şartlarında yapılan bu çalışmada, bitkisel kökenli 4 adet uçucu yağın biyolojik etkinlikleri başarılı bulunmuştur. Bu uçucu yağlar, söz konusu Yaprak bitinin mücadelesinde kullanıldığında ölüm oranlarının yüksek olması ve bitkisel kökenli oldukları için çevreye olumsuz etkisinin bulunmaması açısından tercih edilebilir. Ancak laboratuvar şartlarında yapılan bu çalışmanın arazi şartlarında da çalışılmasında fayda olacaktır.

Kaynakça

- Anonim (2021). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori/Tarim>, (Erişim Tarihi: 01.02.2021)
- Akat, H., Altunlu, H., Demirkan, G., Saraçoğlu, Ö., Yokaş, İ. (2017). Effect of sewage sludge application on plant development, flowering and quality of cut rose cultivation. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 54 (3): 327-332
- Aktepe, B.P., Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., Aysan, Y. (2019). Farklı bitki uçucu yağların *Erwinia amylovora*'ya karşı antibakteriyel etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (1): 34-41
- Alghamdi, A.S. (2018). Insecticidal effect of four plant essential oils against two aphid species under laboratory conditions. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* 6 (2): 27-30
- Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology* 46 (2): 446-475
- Bayındır, A., Birgücü, A. (2020). Farklı bitki uçucu yağlarının *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) erginleri üzerindeki etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 7 (2): 143-149
- Birgücü, A.K., Çelikpençe, Y., Karaca, İ. (2014). Böcek yumurtası ve konukçu bitki arasındaki karşılıklı ilişkiler. *Türkiye Entomoloji Bülteni* 4 (2): 107-119
- Capinera, J. L. (2008). *Encyclopedia of Entomology*. Springer Science & Business Media, New York
- Chu, S.S., Ru Liu, Q., Long Liu, Z. (2010). Insecticidal activity and chemical composition of the essential oil of *Artemisia vestita* from China against *Sitophilus zeamais*. *Biochemical Systematics and Ecology* 38 (4): 489-492
- Coast, J.R. (1994). Risks from natural versus synthetic insecticides. *Annual Review of Entomology* 39 (1): 489-515
- Ebadollahi, A. (2011). Iranian plant essential oils as sources of natural insecticide agents. *International Journal of Biological Chemistry* 5 (1): 226-290
- Isman M.B., Wilson J.A., Bradbury R. (2008). Insecticidal activities of commercial rosemary oils (*Rosmarinus officinalis*) against larvae of *Pseudaletia unipuncta* and *Trichoplusia ni* in relation to their chemical composition. *Pharmaceutical Biology* 46 (1): 82-87
- Işık, M., Görür, G. (2009). Aphidicidal activity of seven essential oils against the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). *Munis Entomology and Zoology* 4 (2): 424-431
- Karabüyük, F., Aysan, Y. (2019). Bazı bitki ekstraktlarının *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun neden olduğu domates bakteriyel benek hastalığına antibakteriyel etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (2): 231- 243
- Karaca, İ., Ayyıldız, T. (2018). Bazı biyolojik preparatların *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) erginlerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 22 (1): 671-678
- Kim, D.I., Park, J.D., Kim, S.G., Kuk, H., Jang, M., Kim, S. (2005). Screening of some crude plant extracts for their acaricidal and insecticidal efficacies. *Journal Asia-Pasific Entomology* 8 (1): 93-100
- Lai, R., You, M.S. (2010). Antifeedant and toxic activities of *Allium sativum* ethanol extracts against *Myzus persicae* (Sulzer). *Journal of Fujian Agriculture and Forestry* 39 (1): 15-18
- Nerio, L.S.N., Olivero-Verbel, J., Stashenko, E. (2009). Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera). *Journal of Stored Products Research* 45 (3): 212-214
- Özbek, H., Güçlü, Ş., Hayat, R., Yıldırım, E. (1998). Meyve, bağ ve bazı süs bitkileri zararlıları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:792, Erzurum
- Regnault-Roger, C., Vincent, C., Arnason, J.T. (2012). Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review. Entomology* 57 (1): 405-424
- Santana, C.D.S., Fontes, L.D.S., Da Silva, P.H.S., Brito, R.D.C., Barbosa, D.R.E.S., Citó, A.M.D.G.L. (2020). Control of *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in *Phaseolus lunatus* treated with commercial essential oils. *International Journal of Tropical Insect Science* 1-7
- Tripathi, K.A., Upadhyay, S., Bhuiyan, M., Bhattacharya, P.R. (2009). A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy* 1 (5): 52-63
- Umarusman, M.A., Aysan, Y., Özgüven, M. (2019). Farklı bitki ekstraktlarının bezelye bakteriyel yaprak yanıklığına (*Pseudomonas syringae* pv. *pisi*) antibakteriyel etkilerinin araştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (3): 297 – 314
- Yiğit, Ş., Akça, İ., Bayhan, E., Bayhan, S., Tekin, F., Saruhan, İ. (2019a). Determining the toxicity of some thyme essential oils against the Pine Processionary [*Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae)]. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 50 (3): 226-230
- Yiğit, Ş., Saruhan İ., Akça İ. (2019b). The effect of some commercial plant oils on the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Notodontidae). *Journal of Forest Science* 65 (1): 309-312

-
- Yiğit, Ş., Saruhan, İ., Akça, İ. (2019c). Farklı bitki ekstraktlarının *Culex pipiens* (L., 1758) (Diptera: Culicidae) larvalarına karşı öldürücü etkilerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Weed Science 22 (2): 169-174
- Yiğit, Ş., Akça, İ., Saruhan, İ., Bayhan, S., Bayhan, E., Tekin, F. (2020). Bazı uçucu yağların çam kese böceğine [*Thaumetopoea* sp.] (Lepidoptera: Notodontidae) karşı toksik etkilerinin araştırılması. Ormancılık Araştırma Dergisi 7 (1): 76-79
- Yücel, S.A., Kıvan, M. (2018). İstanbul Göztepe parkı gül bahçesinde bulunan zararlı Hemiptera ve Hymenoptera türleri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 15 (2): 95-100

Maş Fasulyesi Tohum Hasadı Artıklarının Hayvan Beslemede Kullanılabilme Potansiyeli


Potential of Mung Bean Seed Harvest Residues in Animal Nutrition

Ruziye KARAMAN¹, Cengiz TÜRKAY², Muharrem KAYA³

Öz

Anavatamı Hindistan olan maş fasulyesi türü, uzun yıllardan beri ülkemizde insan beslenmesinde kullanmak amacıyla yetiştirilmektedir. Bu araştırmada ülkemizde yetiştiriciliği yapılan maş fasulyesi yerel genotiplerinin ve yurt dışından temin edilen tescilli çeşitlerin tohum hasadı yapıldıktan sonra kalan kısımlarının yem olarak kullanılabilme potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme arazilerinde 2019 yılında, tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel düzenlemede üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada, 18 maş fasulyesi genotipi ve 4 adet tescilli çeşit (Jade-AU, Vidiyala, Partow ve Kalkınış) kullanılmıştır. Bitki kısımları olarak, tohum hasadından sonra kalan gövde, yaprak ve bakla kabukları kullanılmıştır. Çalışmada asit deterjanlarda çözünen lif içeriği (ADF), nötr deterjanlarda çözünen lif içeriği (NDF), asit deterjanlarda çözünen lignin içeriği (ADL), selüloz, toplam sindirilebilir besin maddesi (TSBM), nisbi yem değeri (NYD) ve metabolik enerji (ME) parametreleri incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre genotiplerde NDF içeriği % 37.72-46.92, ADF içeriği % 24.40-34.11, ADL içeriği % 6.19-9.93, TSBM % 57.30 - 69.84, selüloz içeriği % 15.92-24.17, NYD 142.07-193.46 ve ME 8.61- 9.89 MJ kg⁻¹ arasında değişmiştir. ADF, NDF, ADL ve selüloz içeriği bakla kabuklarında yüksek değerlere sahip olsa da, yem değerlerine ait sınıflandırmalar bakımından belirlenen değerler gövde kısmında tespit edilmiştir. TSBM, NBY ve ME özelliklerinde yaprak kısmı yüksek değerlere sahip olmuştur. Sonuç olarak en iyi yem değerleri bitki artıklarının gövde kısmında belirlenmiş olup, maş fasulyesi genotip ve çeşitler arasında 21 B 01 ile 27 S 08 genotiplerinde tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda maş fasulyesi genotiplerinin hayvan beslemede potansiyel bir yem olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Maş fasulyesi, Yaprak, Bakla kabuğu, Yem değeri, Kalite, Hayvan besleme

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

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

³ Muharrem KAYA, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye. E-mail: muharremkaya@isparta.edu.tr  ORCID: 0000-0001-6973-9178

Atıf/Citation: Karaman, R., Türkay, C., Kaya, M. (2021). Maş Fasulyesi Tohum Hasadı Artıklarının Hayvan Beslemede Kullanılabilme Potansiyeli. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 108-119.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

Mung bean species, whose origin is India, has been grown to use in human nutrition for many years in our country. The aim of this study, was determined to use as potential forage after genotypes, cultivated in Turkey, and varieties, obtained from foreign, harvest the residue. 18 genotypes and 4 registered mung bean varieties ((Jade-AU, Vidiyala, Partow ve Kalkimish) were used as seed material in the study. The study was carried out at the Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture experiment fields according to completely random plot trial design in factorial arrangement with three replications in 2019. The stems, leaves and pod wall remaining after the seed harvest were used as plant parts. It was examined asit detergent fiber content (ADF), nötr detergent fiber content (NDF), asit detergent lignin content (ADL), cellulose, total digestible nutrition (TDN), relative feed value (RFV) and metabolic energy (ME) parameters. According to obtained the data were varied between ADF content 24.40 - 34.11%, NDF content 37.72 - 46.92%, ADL content 6.19 - 9.93%, TDN content 57.30 - 69.84%, cellulose content 15.92 - 24.17%, RFV 142.07 - 193.46 and ME 8.61 - 9.89 MJ kg⁻¹. Although the ADF, NDF, ADL and cellulose content in the plant parts has high values in pod husk but, the desired values in terms of feed value were determined in stem part. Leaves were had high value in point of TDN, RFV and ME. As a result, the best forage values were determined in the stem part of the plant residues, and among the mung bean genotypes and cultivars, 21 B 01 and 27 S 08 genotypes were determined. According to the results obtained, mung bean genotypes are thought to be a potential feed in animal nutrition.

Keywords: Mung bean, Leaf, Pod husk, Feed value, Quality, Animal feed

1. Giriş

Ülkemizde hayvanların kaba yem kaynağını çayır-meralar ve tarım alanlarında yetiştirilen yem bitkileri oluşturmaktadır. Bunların dışında bitkisel üretimde hasattan sonra kalan sap ve saman artıkları da rasyonlarda kaba yem kaynağı olarak kullanılmaktadır. Özellikle sahil kuşaklarında kaba yem kaynağı olarak bitki artıkları; iç kesimlerde ise hububat artıkları fazlaca kullanılmaktadır (Gökkuş, 2011). Ülkemizde toplam 14.6 milyon ha çayır-mera alanı ve 1.96 milyon ha yem bitkileri ekim alanı bulunmaktadır (Anonim, 2018). Ülkemizde bulunan yaklaşık 19 milyon büyükbaş hayvan birimine eşdeğer hayvan için ihtiyaç duyulan 86.9 milyon ton/yıl düzeyindeki kaliteli kaba yeme ihtiyacının sadece %35.7' lik kısmı karşılanabilmektedir (Acar ve ark., 2020). Bato ve ark. (2021), meralardan elde edilen kaba yemlerin hayvan beslemede yeterli miktarda olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar, verim ve kalite bakımından yüksek değerlere sahip, her bölgeye adapte olabilecek farklı kaba yem bitkilerine ihtiyaç olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bağlamda kaba yem açığının kapatılması için, alternatif bir kaba yem kaynağı olarak maş fasulyesinin hasat artıkları hayvan beslemede önem arz edeceği düşünülmektedir.

Anavatamı Hindistan olan maş fasulyesinin, özellikle Asya, Güney Avrupa ve Güney ABD'de yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ülkemizde ise Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaklaşık 200 yıldır lokal olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Maş fasulyesi yılda iki kez, (ilkbahar ve sonbaharda) kısa sürede (60-90 gün) yetiştirilebilen ve diğer yazlık ürünlere göre daha az su ihtiyacı olan bir baklagil türüdür (Anjum ve ark., 2006; El-Salam ve ark., 2013). Monokültür tarım yapıldığı, protein kaynaklarının sınırlı ve ulaşımının güç olduğu yerlerde maş fasulyesi hem üreticilere hem de tüketicilere fayda sağlamaktadır (Benlioğlu ve Özkan, 2020). Maş fasulyesi tanelerinin insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmasının yanında, bitki kısımları yeşil gübre, yer örtücü, kaba ve konsantre yem (taneleri) olarak kullanılabilir. Maş fasulyesinin, İskenderiye üçgülü ve yonca gibi besleyici bir yem değerine sahip olduğu, hayvanlar tarafından sevilen ve son derece lezzetli bir baklagil türü olduğu vurgulanmaktadır (Boe ve ark., 1991; Ullah ve ark., 2012). Yemlik olarak değerlendirilebilen maş fasulyesi, ham protein içeriği bakımından zengin olup, kuru madde esasına göre yaklaşık %16-18 protein içermektedir (Abd El-Salam ve El-Habbasha, 2008). Maş fasulyesi çeşitlerinin yem değerleri bakımından genellikle ham protein, kül ve TSBM içeriği özellikleri yönünden yüksek iken, mısır ile karşılaştırıldığında ham selüloz ve serbest azot içeriği düşüktür (El-Salam ve ark., 2013). Bunun yanında maş fasulyesinin genotiplere, uygulamalara ve yetiştirme koşullarına göre değişimle beraber, tane verimi 35-225 kg da⁻¹ (Çancı ve Toker, 2005); kuru ot verimi ise 0.64-1.8 ton ha⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Uslu ve ark. (2020), yemlik bezelye ve yemlik bakla bitki kısımlarının (tüm bitki, yaprak, sap ve dal) kalite özelliklerini inceledikleri çalışmada en yüksek ham kül, kuru madde ve ham protein içeriklerini yaprak kısmında belirlemişlerdir. Ayrıca, tüm bitki, sap ve dal kısımlarının yaprak kısmına göre besin elementi bakımından daha fakir ve besleyiciliği daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir.

Vigna mungo türünün bakla kabuğunda %9.0 ham protein, %2.3 yağ, %29.9 ham selüloz ve %12.2 ham kül içerirken, tohum kabuğunda %18.2 ham protein, %1.4 yağ, %20.3 ham selüloz, %48.2 NDF, %37.4 ADF, %10.8 hemiselüloz, %26.6 selüloz ve %9.6 lignin içermektedir (Sherasia ve ark., 2017). Islam ve ark. (1997), Bangladeş'te, maş fasulyesi kabuklarının değerli bir yem olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca aynı araştırmacılar bu kabukları tüketen hayvanlarda daha fazla protein alımına bağlı olarak daha yüksek canlı ağırlık artışı (sadece otla beslenen keçilerde 31-51 g gün⁻¹) saptamışlardır. Venkateswarlu ve ark. (2013), buffalo beslenmesinde rasyona ilave ettikleri siyah maş fasulyesi samanının NDF içeriğini %72.56, ADF içeriğini %66.69, ADL içeriğini %13.36, hemiselüloz içeriğini %5.87 ve selüloz içeriğini %54.6 olarak belirlemişlerdir.

Abd El-Salam ve ark. (2008), maş fasulyesi samanının kuru madde, organik madde, ham protein, ham lif, ham yağ, serbest azot içeriği ve ham kül içeriğini sırasıyla %88.20, %88.57, %9.70, %26.57, %2.39, %49.91 ve %11.43 olarak belirlemişlerdir. Omer ve ark. (2018), maş fasulyesi, kuru fasulye ve fıstık samanlarının ve yan ürünlerinin tavşanların beslenmesinde önemli yer aldığını bildirmişlerdir. Yapılan literatür çalışmalarında bitkilerin kök, gövde, yaprak ve çiçek organlarının hayvan besleme açısından sindirim değerlerinin değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Van Soest, 1994; Uslu ve ark., 2020). Literatürler incelendiğinde maş fasulyesi hasat edildikten sonra samanlarının hayvan beslemede kullanıldığı bildirilmektedir. Ancak maş fasulyesi sap/samanının yem değeri parametreleri hakkında çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmada, Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan maş fasulyesi genotiplerin ve farklı ülkelerden temin edilen tescilli çeşitlerin tohum hasadı yapıldıktan sonra kalan bitki kısımlarının yem olarak kullanılabilir potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Denemede materyal olarak Adıyaman (02 G 05), Antalya (07 A 02, 07 A 05, 07 G 01, 07 G 08 ve 07 G 09), Diyarbakır (21 B 01), Gaziantep (27 S 01 ve 27 S 08), Mersin (33 M 02), Kahramanmaraş (46 G 01), Nevşehir (50 N 01), Tokat (60 M 01), Van (65 M 01), Şırnak (73 A ve 73 C) ve Kilis (79 M 01 ve 79 M 02) illerinden temin edilen yerel maş fasulyesi genotipleri ile yurtdışında tescilli 4 çeşit [Jade AU (Avustralya), Partow (İran), Vidiyala (Irak) ve Kalkınış (Türkmenistan)] bitki materyali olarak kullanılmıştır. Her bir genotip ve çeşitlerin hasattan arta kalan kısımları (gövde, yaprak ve bakla kabukları) çalışmanın diğer bir faktörünü oluşturmaktadır.

Çalışma 2019 yılında Isparta ekolojik koşullarında, tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel düzene göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede her bir parsel, 6 m uzunluğunda ve 6 sıradan oluşmuştur. Ekim normu, sıra arası ve üzeri 30x10 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekim işlemi 30 Nisan tarihinde el ile yapılmıştır. Ekim sırasında her parsele 3 kg da⁻¹ N ve 6 kg da⁻¹ P₂O₅ olacak şekilde gübreleme yapılmıştır (Meral ve ark., 1998). Deneme parselleri çıkıştan itibaren 1'er hafta aralıklarla gerektiği oranda damla sulama yöntemiyle sulanmıştır. Yabancı otlara karşı mücadele gerektiğinde elle ve çapalama yöntemi şeklinde yapılmıştır. Parselden rastgele seçilen 20 bitkinin tane hasadı yapıp geri kalan bitki kısımları gövde (yaprak+sap: bitkinin hasat edilip, baklaları alındıktan sonra kalan kısmı), yaprak ve bakla kabukları olarak ayrılmışlardır. Ayrılan bitki kısımları 65 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde kurutulmuşlardır. Kurutulan bitki kısımları kimyasal analizlerde kullanılmak için öğütülmüştür.

Örneklerin; NDF, ADF ve ADL içerikleri, Van Soest ve ark. (1991), tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir. Anonymous (2006), göre selüloz (%) içeriği hesaplanmıştır (Eş.1).

$$\text{Selüloz İçeriği: ADF-ADL} \quad (\text{Eş.1})$$

Nispi yem değeri (NYD)'nin belirlenmesinde Van Dyke ve Anderson (2000), tarafından geliştirilen eşitlikler 2 ve 3' den faydalanılmıştır (SKM: Sindirilebilir kuru madde; KMT: Kuru madde tüketimi).

$$\text{NYD (\%)} = \% \text{SKM} \times \% \text{KMT} \times 0.775 \quad (\text{Eş.2})$$

$$\text{SKM (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF}); \% \text{KMT} = 120 / \% \text{NDF} \quad (\text{Eş.3})$$

Toplam sindirilebilir besin maddesi (TSBM) ve metabolik enerji (ME) içerikleri Moore ve Undersander (2002), tarafından geliştirilen eşitlik 4 ve 5 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{TSBM (\%)} = 82.38 - (0.7515 \times \% \text{ADF}) \quad (\text{Eş.4})$$

$$\text{ME (MJ kg}^{-1}\text{)} = 0.17 \times \% \text{SKM} - 2.0 \quad (\text{Eş.5})$$

Çalışmanın yapıldığı yılda, ortalama sıcaklık (19.1 °C) uzun yıllar ortalamasının (17.8° C) üzerinde, ortalama nispi nem (%54.5) aynı döneme ait uzun yıllar ortalamasından (%54.3) daha yüksek olmuştur. Toplam yıllık yağış miktarının ise (196.6 mm) aynı döneme ait uzun yıllar toplam yağış miktarından (231.3 mm) daha az olduğu belirlenmiştir. Deneme alanında yapılan toprak örneklemelerine göre; deneme topraklarının killi-tınlı yapıda, hafif alkali (pH değeri 7.7), hafif tuzlu, kireçli, organik madde içeriği bakımından fakir (%1.5), fosfor bakımından yeterli (23.5 mg kg⁻¹) seviyede, potasyum bakımından zengin (772.2 mg kg⁻¹) olduğu belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel deneme düzenine göre TOTEMSTAT istatistik paket programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir.

3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

Araştırmada, maş fasulyesi çeşit ve genotiplerinin gövde, yaprak ve bakla kabuk kısımlarının; NDF, ADF, ADL, selüloz içerikleri, TSBM, NYD ve ME özelliklerine ilişkin elde edilen verilerin istatistik analizlerine göre tüm karakterlere ait genotip, bitki kısımları ve genotip x bitki kısımları interaksyonları önemli (P<0.01) bulunmuştur.

3.1. NDF ve ADF içeriği

Araştırmada genotiplerin NDF içerikleri %37.72-46.92 arasında değişim göstermiş ve genotipler içerisinde en yüksek NDF içeriği 73 A genotipinde, en düşük ise 27 S 08 genotipinde belirlenmiştir (P<0.01). Bitki kısımlarının ortalama NDF içerikleri %27.89-58.83 arasında değişim göstermiştir. En yüksek NDF içeriği bakla kabuklarında, en düşük ise yapraklarda belirlenmiştir. NDF içeriği gövdede (yaprak + sap) en yüksek 73 A (%49.40) genotipinde, en düşük ise 27 S 08 (%33.57) genotipinde tespit edilmiştir. Çeşitler ile genotipler kıyaslandığında Vidiyala çeşidi, 73 A ve 79 M 02 genotipleri ile aynı istatistikî grupta yer almıştır. Yaprakların NDF içeriği en yüksek %38.73 ile 07 G 01 genotipinde, en düşük ise %22.40 ile Jade-AU çeşidinde belirlenmiştir. Diğer bir bitki kısmı olan bakla kabuğunun NDF içeriği en yüksek 65 M 01 (%62.83) genotipinde, en düşük ise 27 S 08 (%53.80) genotipinde belirlenmiştir. Bakla kabukları için genotipler ile çeşitler kıyaslandığında Vidiyala ve Kalkmış çeşitleri en yüksek NDF içeriklerine sahip 65 M 01, 73 A ve 46 G 01 genotipleri ile aynı istatistikî grupta yer almıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Maş fasulyesi genotip ve çeşitlerinin bitki kısımlarına göre NDF ve ADF içerikleri
Table 1. NDF and ADF contents of mung bean genotype and varieties according to plant parts

Genotip/ Çeşit Genotype/ Variety	NDF İçeriği (%) NDF Content				ADF İçeriği (%) ADF Content			
	Gövde Stem	Yaprak Leaf	Bakla kabuğu Pod husk	Ort. Mean	Gövde Stem	Yaprak Leaf	Bakla kabuğu Pod husk	Ort. Mean
02 G 05	42.57 c-e	29.50 cd	58.93 c-f	43.67 DE	32.80 cd	21.20 a	42.70 d-h	32.23 BC
07 A 02	44.77 b	27.27 d-h	57.93 ef	43.32 DE	33.60 c	14.67 fg	41.60 g-ı	29.96 E-G
07 A 05	39.37 f-h	29.20 c-e	60.30 b-e	42.96 D-F	28.50 h-j	18.23 bc	43.17 c-f	29.97 E-G
07 G 01	38.87 g-ı	38.73 a	60.27 b-e	45.96 A-C	29.30 g-ı	18.03 bc	43.30 b-f	30.21 D-G
07 G 08	43.33 b-d	27.83 c-f	57.50 f	42.89 D-F	33.33 c	15.60 d-f	41.53 g-ı	30.16 D-G
07 G 09	43.17 b-d	32.33 b	57.50 f	44.33 B-D	30.50 e-g	21.10 a	41.37 g-ı	30.99 C-E
21 B 01	33.90 kl	28.13 c-e	55.20 g	39.08 HI	21.40 n	12.23 h	39.57 j	24.40 L
27 N 01	37.10 h-j	27.00 e-h	57.57 f	40.56 GH	25.77 l	14.70 fg	40.17 ij	26.88 K
27 S 01	36.50 ij	25.50 g-ı	58.40 d-f	40.13 HI	24.40 lm	14.63 fg	41.47 g-ı	26.83 K
27 S 08	33.57 l	25.80 f-h	53.80 g	37.72 I	23.80 m	13.60 gh	37.97 k	25.12 L
33 M 02	42.87 b-d	29.00 c-e	59.20 c-f	43.69 CD	32.53 cd	16.90 c-e	42.60 e-h	30.68 C-F
46 G 01	40.40 e-g	25.50 f-ı	61.80 ab	42.57 D-G	27.40 jk	17.00 cd	44.10 b-d	29.50 E-H
50 N 01	35.80 j-l	24.83 hı	60.40 b-e	40.34 H	25.67 l	15.50 ef	43.57 b-e	28.24 H-K
60 M 01	37.10 h-j	27.53 d-g	59.33 c-f	41.32 E-H	29.17 g-ı	15.60 d-f	41.83 f-h	28.87 G-J
65 M 01	39.80 fg	26.90 e-h	62.83 a	43.18 DE	29.30 g-ı	16.80 c-e	44.60 a-c	30.23 D-F
73 A	49.40 a	29.50 cd	61.87 ab	46.92 A	39.00 a	18.53 b	44.80 ab	34.11 A
73 C	39.80 fg	29.03 c-e	59.90 b-f	42.91 D-F	28.47 ij	16.63 c-e	42.93 d-g	29.34 F-I
79 M 01	41.50 c-f	30.60 bc	60.53 b-d	44.21 B-D	31.57 de	17.63 bc	43.33 c-e	30.84 C-E
79 M 02	47.87 a	27.03 e-h	58.50 d-f	44.47 B-D	35.87 b	17.90 bc	41.40 hı	31.72 B-D
Jade-AU	43.63 bc	22.40 j	54.40 g	40.14 G-I	31.23 d-f	12.30 h	38.97 jk	27.50 JK
Vidiyala	48.60 a	29.53 cd	61.03 a-c	46.39 AB	36.33 b	19.07 b	43.90 b-e	33.10 AB
Partow	41.07 d-g	25.30 f-ı	53.90 g	40.09 G-I	30.07 f-h	14.20 fg	39.23 jk	27.83 I-K
Kalkmış	36.40 ı-k	23.07 ij	61.97 ab	40.48 F-H	25.93 kl	14.10 fg	45.73 a	28.59 G-J
Ort./Mean	40.76 B	27.89 C	58.83 A		29.82 B	16.35 C	42.17 A	

Zhai ve ark. (2008), soya fasulyesini farklı hasat dönemlerine göre yaprak, gövde ve tüm bitki olarak hasat etmişlerdir. Araştırmacılar NDF içeriğinin hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte arttığını belirlemişler ve en yüksek NDF değerlerini tüm bitkide, en düşük değerleri ise, yapraklarda tespit etmişlerdir. Maş fasulyesi samanının ve bakla kabuklarının NDF içeriği sırasıyla %55.7 ve %48.2 olarak belirlenmiştir (Anonymous, 2016). Rohweder ve ark. (1978), yemleri NDF içeriklerine göre; “<% 40= En üstün kaliteli, %40-46= 1. Kalite (çok iyi), %47-53 = 2. Kalite (iyi), %54- 60= 3. Kalite (orta), %61-65= 4. Kalite (kötü), >%65= 5. Kalite (kabul edilemez)” olarak sınıflandırmışlardır. Bu sınıflandırmaya göre maş fasulyesi genotiplerinin yapraklarının NDF içeriği ‘en üstün kaliteli’, gövde kısmının NDF içeriği ‘çok iyi’, bakla kabuklarının ise ‘kötü’ gruba girdiği belirlenmiştir. Genotiplerden de 21 B 01 ve 27 S 08 genotipleri en üstün kaliteli grupta yer almıştır.

Genotiplerin ADF içeriği %24.40-34.11 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek ADF oranı 73 A genotipinde, en düşük ise 21 B 01 genotipinde belirlenmiştir. 21 B 01 genotipi ile 27 S 08 genotipi istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En yüksek ADF içeriği bakla kabuğunda (%42.17), en düşük ise yaprak kısmında (%16.35) tespit edilmiştir. Bitki kısımlarından olan gövdenin ADF içeriği en yüksek 73 A (%39.00) genotipinde, en düşük ise 21 B 01 (%21.40) genotipinde tespit edilmiştir. Yaprakların ADF içeriğine bakıldığında 02 G 05 genotipi (%21.20) en yüksek, 21 B 01 genotipi (%12.23) ise en düşük olarak saptanmıştır. Genotiplerin gövde ve yaprak kısımlarının ADF içeriği tescilli çeşitler göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bakla kabukları incelendiğinde en yüksek ADF içeriği Kalkınış çeşidinde (%45.73), en düşük ise 27 S 08 genotipinde (%37.97) belirlenirken Kalkınış çeşidi ile 65 M 01 ve 73 A genotipleri istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır (Tablo 1).

Genel olarak ADF içeriği olgunlaşma ile beraber hücre çeperi bileşenlerinin artması ve yemin sindirilebilirliği düşmektedir. Yapraklar en hızlı sindirilme derecesine sahip olduğundan ve gövde ile sap aksamını içermediğinden lignin tabakasını içermemektedir. Kabuğun lignin içeriği yüksektir ve kabuğun lignin miktarı olgunlaşma ile artmaktadır. Hasat edilen maş fasulyesinde de olgunlaşma tamamlanmış olduğundan lignin içeriği diğer gelişme dönemlerinden daha yüksektir. Bu nedenle bakla kabuklarında da lignin içeriği daha yüksektir.

Nohut bakla kabuklarının NDF ve ADF içerikleri %56.7-76.0 ve %46.9-65.2 ve bürülce kabuklarının ortalama %54.2 ve %41.1 olduğu rapor edilmiştir (Anonymous, 2016). Ravindran (1988), kadife fasulyesinin yem potansiyelini belirlediği çalışmada, bakla kabuklarının ADF içeriğini %40.70, hemiselüloz içeriğini %24.11, selüloz içeriği %29.80, lignin içeriğini %8.60, *in-vitro* şartlarında sindirilebilir organik madde miktarını %42.23 olarak saptamıştır. Elde ettikleri veriler sonucunda, kadife fasulyesinin düşük yem kalitesine sahip olduğunu belirtmiştir. Maş fasulyesinin hasat artıklarının NDF özellikleri literatürlerle kıyaslandığında bakla kabuğunun NDF içeriğinin oldukça yüksek; yaprağın ise düşük olduğu belirlenmiştir. ADF içerikleri ise bürülce ile aynı familyadan olan maş fasulyesinin bakla kabuklarıyla benzer değerleri almıştır. Soya fasulyesi ile yapılan çalışmada yaprak, gövde ve bütün bitkinin ADF konsantrasyonlarının hasat tarihlerinin gecikmesi ile arttığı bildirilmiştir (Sherasia ve ark., 2017). Rohweder ve ark. (1978), yem değerini ADF oranına göre; “<%31= En üstün kaliteli, %31-35= 1. Kalite (çok iyi), %36-40 = 2. Kalite (iyi), %41- 42= 3. Kalite (orta), %43-45= 4. Kalite (kötü), >%45= 5. Kalite (kabul edilemez)” olarak sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre; ADF oranları bakımından, araştırmada incelenen maş fasulyesi genotiplerinin gövde ve yaprak kısımlarının “en üstün kaliteli”, bakla kabuklarının ise “3. kalite (orta kalite)” olduğu ve genotiplerin ortalamaları incelendiğinde genel olarak “en üstün kaliteli” ve “1. kalite” yem değerine sahip oldukları belirlenmiştir.

3.2. ADL ve Selüloz İçeriği

Genotiplerin ADL içerikleri %6.19-9.93 arasında değişim göstermiştir. En yüksek ADL değeri 73 A genotipinde belirlenmiş olup, 73 A genotipi 02 G 05, 07 A 02, 33 M 02, 46 G 01, 73 C genotipleri ve Vidiyala çeşidi ile istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. Çalışmada en düşük ADL içeriği ise 60 M 01 genotipinde gözlemlenmiştir. En yüksek ADL içeriği bakla kabuklarında (%12.28), en düşük değer ise yaprak (%4.95) kısmında tespit edilmiştir. Gövde kısmının ADL içeriği %5.50-10.13 arasında değişim göstermiştir. Gövdenin ADL içeriği en yüksek 73 A genotipinde, en düşük ise 50 N 01 genotipinde tespit edilmiştir. 73 A genotipi ile Vidiyala çeşidi arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunamamıştır. Yaprakların ADL içeriğine bakıldığında Vidiyala çeşidinde (%6.50) en yüksek, 60 M 01 genotipinde ise en düşük değere sahip olmuştur. Vidiyala çeşidi Adıyaman, Antalya (07 A 02, 07 A 05, 07 G 01, 07 G 09), Mersin, Niğde, Van, Şırnak ve Kilis'ten elde edilen genotipler ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. Bakla kabukları incelendiğinde ise, en yüksek değer %15.33 ile 21 B 01 genotipinde, en düşük değer ise % 10.70 ile 60 M 01 genotipinde tespit edilmiştir. 21 B 01 genotipi Kalkınış çeşidi ile aynı istatistiki grupta yer almıştır (Tablo 2).

ADL, bitkilerin sindirilmeyen kısmı olup, lignin miktarını ifade etmektedir. Hücre duvarı gelişimine paralel olarak bitkiler de gelişmekte ve lif içeren bileşiklerin ADL oranı artmaktadır (Frost ve ark., 2008; Oktay ve Temel, 2015). Lignin maddesi, bitki gövdesinin sertleşmesine sebep olmasından dolayı, yaprak ve çiçeklere göre gövdede daha fazladır (Açıkgöz, 2001). Bitkilerin yapısında bulunan ve sindirimi yavaşlatan NDF, ADF ve ADL seviyelerinin artması ile fiziksel olarak hayvanın tokluk hissetmesine neden olmakta ve böylece hayvanların yem tüketimini sınırlanmakta olduğu bildirilmekte ve ayrıca yemlerin ADF ve ADL oranlarının düşük olması istenmektedir (Van Soest, 1994). Bitkilerin olgunlaşması ile sap/yaprak oranı ve ADL içeriği artmakta ve buna paralel olarak da besin madde kaybı yaşandığı belirtilmiştir (Kamalak, 2006).

Sreerengaraju ve ark. (2000), nohut kabuklarının ADL içeriğini %6.10 olarak bildirmiştir. Maş fasulyesi samanı üzerinde yapılan literatür taraması sonuçlarına göre ADL içeriği %4.8 (Anonymous, 2016) ve %3.7-8.4 (Nair ve ark., 2019) arasında değişim göstermektedir. Bruno-Soares ve ark. (2000), nohut, fiğ, tüylü fiğ, bakla, mercimek, bezelye ve mor fiğ samanının ADL içeriklerini sırasıyla %14.2, %10.1, %11.4, %12.8, %13.3, %8.2 ve %13.1 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda maş fasulyesi samanında ADL içerikleri (%3.7-8.4), bakla kabuklarını içermemekte, bu nedenle elde ettiğimiz bulgular gövde ve yaprak değerleri literatürler ile uyum içerisindedir. Yapılan çalışmalar sonucunda, ADL içeriği genotip ve tür, bitkinin kısmı, vejetasyon dönemi, fiziksel ve kimyasal uygulamalara göre değişim göstermektedir. Bu sonuçlar yapılan çalışmayı destekler niteliktedir.

Genotiplerin ortalama selüloz içerikleri %15.92-24.17 arasında değişim göstermiştir. En yüksek selüloz içeriği 73 A genotipinde, en düşük değer ise 21 B 01 genotipinde belirlenmiştir. Bitki kısımlarının selüloz içerikleri gövdede ortalama %22.76, yaprak %11.4 ve bakla kısmında %29.88 olarak tespit edilmiştir. Selüloz içeriği, gövde kısmında en yüksek selüloz içeriği 73 A genotipinde (%28.89), yaprakta 07 G 09 genotipinde (%15.73) ve bakla kabuklarında ise 65 M 01 genotipinde (%32.27) belirlenirken, en düşük selüloz içeriği her üç bitki kısmında da 21 B 01 genotipinde tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Maş fasulyesi genotip ve çeşitlerinin bitki kısımlarına göre ADL ve selüloz içerikleri
Table 2. ADL and cellulose contents of mung bean genotype and varieties according to plant parts

Genotip/ Çeşit Genotype/ Variety	ADL İçeriği (%) ADL Content				Selüloz İçeriği (%) Cellulose Content			
	Gövde Stem	Yaprak Leaf	Bakla kabuğu Pod husk	Ort. Mean	Gövde Stem	Yaprak Leaf	Bakla kabuğu Pod husk	Ort. Mean
02 G 05	7.30 b-h	5.83 a-d	14.13 ab	9.09 A-C	25.53 b	15.33 ab	28.53 g-ı	23.13 A-C
07 A 02	8.40 bc	5.30 a-g	12.27 c-f	8.66 A-D	25.20 bc	9.37 hı	29.33 f-h	21.30 D-I
07 A 05	6.97 d-j	5.20 a-g	12.00 c-f	8.06 B-E	21.50 g-ı	13.03 cd	31.17 a-d	21.90 C-H
07 G 01	6.33 e-j	6.10 ab	11.63 d-f	8.02 B-E	22.97 e-g	11.93 c-e	31.70 a-c	22.20 C-G
07 G 08	7.70 b-f	3.77 g	12.03 c-f	7.83 B-F	25.70 b	11.83 de	29.50 e-h	22.34 B-F
07 G 09	8.13 b-d	5.37 a-f	12.10 c-f	8.53 EF	22.30 f-h	15.73 a	29.27 f-h	22.43 A-F
21 B 01	5.60 ij	4.53 b-g	15.33 a	8.49 D-F	15.80 k	7.70 j	24.27 j	15.92 L
27 N 01	5.90 g-j	4.13 e-g	11.00 ef	7.01 EF	19.90 ij	10.60 e-h	29.17 f-h	19.89 IJ
27 S 01	5.60 j	4.56 b-g	11.83 d-f	7.33 D-F	18.80 j	10.10 f-ı	29.70 d-h	19.53 JK
27 S 08	6.50 e-j	4.20 d-g	10.73 ef	7.14 D-F	17.27 k	9.40 hı	27.20 ı	17.96 K
33 M 02	7.53 b-f	6.10 ab	12.00 c-f	8.54 A-E	25.00 b-d	10.80 e-h	30.60 b-f	22.13 C-G
46 G 01	7.17 b-ı	4.50 b-g	14.07 ab	8.58 A-E	20.27 ij	12.50 cd	30.00 c-g	20.92 E-J
50 N 01	5.50 j	4.83 a-g	11.83 d-f	7.39 C-F	20.17 ij	10.67 e-h	31.70 ab	20.84 F-J
60 M 01	5.87 g-j	2.00 h	10.70 f	6.19 F	23.30 ef	13.60 bc	31.10 a-e	22.67 A-D
65 M 01	6.07 f-j	5.50 a-e	12.33 c-e	7.97 B-E	23.20 e-g	11.30 d-g	32.27 a	22.26 C-F
73 A	10.13 a	5.63 a-e	14.03 ab	9.93 A	28.87 a	12.90 cd	30.73 b-f	24.17 A
73 C	7.40 b-g	5.90 a-c	13.03 b-d	8.78 A-D	21.03 hı	10.73 e-h	29.90 d-g	20.56 G-J
79 M 01	6.90 c-j	6.10 ab	11.77 d-f	8.26 B-E	24.67 b-e	11.50 d-f	31.57 a-c	22.58 B-E
79 M 02	8.30 b-d	5.30 a-f	10.93 ef	8.18 B-E	27.60 a	12.57 cd	30.47 b-f	23.54 A-C
Jade-AU	7.80 b-e	3.80 fg	11.90 d-f	7.83 B-E	23.47 c-f	8.47 ij	27.07 ı	19.67 I-K
Vidiyala	8.80 ab	6.50 a	11.97 d-f	9.09 AB	27.57 a	12.57 cd	31.90 ab	24.01 AB
Partow	6.80 c-j	4.47 c-g	11.07 ef	7.44 C-F	23.30 d-f	9.70 g-ı	28.13 hı	20.38 H-J
Kalkmış	5.73 h-j	4.30 c-g	13.67 a-c	7.90 B-E	20.17 ij	9.87 f-ı	32.07 ab	20.70 F-J
Ort./Mean	7.06 B	4.95 C	12.28 A		22.76 B	11.40 C	29.88 A	

Selüloz, glikoz ünitelerinin β -1,4 bağları ile bağlanması sonucu oluşan bir polimerdir. Hücre duvarının yapısında fazla miktarda bulunan selüloz, yapısal bir karbonhidrat olup, bitkiye sağlamlık vermektedir (Mendu ve ark., 2011). Ham selüloz, selüloz, lignin ve hemiselüloz maddelerinden oluşmaktadır (Budak ve Budak, 2014). Geviş getiren hayvanların rumenlerinde yaşayan bazı mikroorganizmaların yaşamlarını devam ettirip çoğalabilmeleri için bu hayvanların rasyonlarının yüksek düzeyde selüloz içermesi gerekmektedir. Bitki olgunlaştıkça, içerisindeki selüloz miktarı artmakta ve dolgu maddesi özelliği kazanmaktadır. Ruminantların

rasyonlarında dolgu maddesi yeteri kadar bulunduğu zaman, düzenli bir sindirim ile mekanik doyum sağlanmaktadır. Özellikle süt sığırı rasyonlarının kuru maddesinde %18-22 oranında ham selüloz bulunması gerekmektedir. (Erener ve ark., 2016). Yapılan çalışma sonuçlarına göre maş fasulyesinin yapraklarının süt sığırı beslenmesinde kaba yem olarak kullanılabilceği öngörülmektedir.

Ravindran (1988), kadife fasulyesi çeşitlerinde bakla kabuklarının selüloz içeriğini %29.80 ve hasat günlerine göre selüloz içeriğini ise, %27.85-37.50 arasında değişim gösterdiğini ifade etmiştir. Venkateswarlu ve ark., (2013), güvercin bezelyesi samanının selüloz içeriğini %47.58, mısır koçanının selüloz içeriğini %58.2 ve *Vigna mungo* samanının selüloz içeriğini %54.6 olarak belirlemişlerdir. Literatür taraması yapıldığında maş fasulyesi samanının selüloz içeriği genel olarak diğer bitkilere nazaran daha düşük olduğu belirlenmiştir.

3.3. TSBM içeriği ve Nisbi yem değeri

Bitki kısımlarının TSBM değerleri %46.91-80.25 arasında değişim göstermiştir. En yüksek TSBM değeri yaprak kısmında; en düşük, bakla kabuklarında belirlenmiştir. Genotiplerin ortalama TSBM içeriği %57.30-69.84 arasında değişmiş ve en yüksek TSBM içeriği 21 B 01 genotipinde belirlenmiştir. 21 B 01 genotipi ile 27 S 08 genotipi arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmazken, 73 A genotipi en düşük TSBM değerine sahip olmuştur. Bitki kısımlarından olan gövde ve yaprağın TSBM içeriği en yüksek 21 B 01 genotipinde (sırasıyla %73.73 ve %85.53), en küçük ise 73 A genotipinde (sırasıyla %51.0 ve %77.4) tespit edilmiştir. Bakla kabuklarında en yüksek TSBM içeriği 27 S 08 (%52.37) genotipinde, en düşük ise Kalkınış çeşidinde belirlenmiştir. 27 S 08 genotipi ile Partow ve Jade-AU çeşitleri ile arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Maş fasulyesi genotip ve çeşitlerinin bitki kısımlarına göre TSBM ve NYD

Table3. TSBM and NYD by plant parts of mung bean genotype and cultivars

Genotip/ Çeşit Genotype/ Variety	TSBM İçeriği (%) TDN Content				NYD RFV			
	Gövde Stem	Yaprak Leaf	Bakla kabuğu Pod husk	Ort. Mean	Gövde Stem	Yaprak Leaf	Bakla kabuğu Pod husk	Ort. Mean
02 G 05	59.00 jk	74.00 h	46.27 d-g	59.76 JK	138.40 ı-k	228.23 ı	87.90 a-c	151.51 G-I
07 A 02	58.00 k	82.43 bc	47.63 cd	62.69 F-H	130.57 kl	264.50 d-f	90.67 a-c	161.91 D-H
07 A 05	64.60 e-g	77.83 fg	45.60 e-h	62.68 F-H	157.53 d-h	239.53 hı	85.20 a-c	160.76 D-I
07 G 01	63.53 f-h	78.10 fg	45.43 e-ı	62.36 F-I	158.20 d-g	183.00 k	85.10 a-c	142.10 I
07 G 08	58.30 k	81.20 c-e	47.73 cd	62.41 F-I	135.00 kl	257.20 f-h	91.50 a-c	161.23 D-I
07 G 09	62.00 hı	74.10 h	47.93 cd	61.34 H-J	140.37 h-k	208.47 j	91.60 a-c	146.81 HI
21 B 01	73.73 a	85.53 a	50.27 b	69.84 A	199.20 a	265.87 ef	97.83 a-c	187.63 AB
27 N 01	68.10 c	82.40 bc	49.50 bc	66.67 B	172.60 c-e	267.70 c-f	93.0 a-c	177.79 A-D
27 S 01	69.80 bc	82.47 bc	47.80 cd	66.69 B	178.07 c	283.10b-d	90.10 a-c	183.76 A-C
27 S 08	70.60 b	83.80 ab	52.37 a	68.92 A	194.83 ab	282.93 b-e	102.60 a	193.46 A
33 M 02	59.33 jk	79.60 d-f	46.30 d-f	61.74 G-J	137.83 ı-k	243.53 g-ı	87.57 a-c	156.31 E-I
46 G 01	65.97 de	79.40 ef	44.43 g-ı	63.27 E-H	155.43 e-ı	275.90 b-f	82.10 bc	171.14 B-F
50 N 01	68.20 c	81.37 cd	45.10 f-ı	64.89 B-E	178.90 bc	287.80 b	84.67 a-c	183.79 AB
60 M 01	63.73 f-h	81.20 c-e	47.33 de	64.09 C-F	166.03 c-f	259.27 fg	88.30 a-c	171.20 B-E
65 M 01	63.57 f-h	79.67 d-f	43.77 h-j	62.33 G-I	154.53 e-j	263.47 f	80.20 c	166.07 C-G
73 A	51.00 m	77.40 g	43.50 ij	57.30 L	110.23 m	234.80 ı	81.17 c	142.07 I
73 C	64.60 ef	79.90 d-f	45.93 d-g	63.48 D-G	155.90 e-ı	243.20 g-ı	86.00 a-c	161.70 D-H
79 M 01	60.63 ij	78.60 fg	45.40 f-ı	61.54 H-J	144.13 g-k	228.77 ı	84.77 a-c	152.56 F-I
79 M 02	55.03 l	78.23 fg	47.90 cd	60.39 I-K	118.40 lm	258.10 f-h	90.03 a-c	155.51 E-I
Jade-AU	61.00 ij	85.50 a	51.03 ab	65.84 BC	137.67 jk	329.40 a	100.10 ab	189.06 AB
Vidiyala	54.43 l	76.77 g	44.70 f-ı	58.63 KL	116.00 lm	233.83 ı	83.40 bc	144.41 HI
Partow	62.53 g-ı	83.03 bc	50.70 ab	65.42 B-D	148.37 f-k	286.73 bc	100.63 ab	178.58 A-D
Kalkınış	67.87 cd	83.10 bc	42.30 j	64.42 C-F	175.80 b-d	314.33 a	79.97 c	190.03 AB
Ort./Mean	62.85 B	80.25 A	46.91 C		152.35 B	258.25 A	88.89 C	

Abreu ve Bruno-Soares (1998), nohut, mercimek, bezelye, bakla samanlarının TSBM %45.1, %46.6, %55.3 ve % 48.3 olduğunu tespit etmişlerdir. Rasby ve ark. (2008), soya fasulyesinin bitki kısımlarının TSBM değerini belirledikleri çalışmada; yapraklarının %38, gövdesinin %35, baklasının %41, tohumlarının %92 oranında değerlere sahip olduğunu belirlemişlerdir. El-Salam ve ark. (2013), Hindistan’da maş fasulyesi çeşitlerinin yem potansiyelini belirledikleri çalışmalarında, TSBM verim değerlerinin 1.87-2.63 ton/fed. arasında değişim gösterdiğini ve çeşitlere göre TSBM verim değerlerinin değiştiğini ifade etmişlerdir. Karaman (2019), Türkiye’den ve yurt dışından temin ettiği maş fasulyesi tohum genotip ve çeşitlerinin TSBM değerlerini birinci yıl %76.4-84.27, ikinci yıl ise, %74.98-90.35 arasında değişim gösterdiğini ve genotip ile çeşitlere göre değiştiğini saptamıştır. Bhardwaj (2013), Virjinya’da *Phaseolus acutifolius* türlerinin yem potansiyelini belirlediği çalışmada; TSBM’nin %55.9-65.9 arasında değerler aldığı rapor etmişlerdir. Maş fasulyesi bitki kısımları karşılaştırıldığında yaprakları diğer kısımlara nazaran daha yüksek değerlere sahip olmuş olup, bu durum literatürce desteklenmektedir (Rasby ve ark., 2008).

Genotiplerin nisbi yem değerleri (NYD) 142.07-193.46 arasında değişim göstermiştir. En yüksek NYD 27 S 08 genotipinde belirlenmiş olup, 27 S 08 genotipi 21 B 01, 27 N 01, 27 S 01, 50 N 01 genotipleri; Jade-AU, Partow ve Kalkınış çeşitleri ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. 73 A genotipi ise, en düşük NYD değerine sahip olup, 07 G 01 genotipi arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Bitki kısımlarının NYD içerikleri gövde kısmında 152.35, yaprak kısmında 258.25 ve bakla kabuklarında 88.95 olarak belirlenmiştir. Gövde kısmının NYD en fazla 199.2 ile 21 B 01 genotipinde tespit edilirken, 194.83 ile 27 S 08 genotipi ile 21 B 01 genotipi istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. En küçük NYD içeriğine ise 73 A genotipi (110.23) sahip olmuştur. Genotiplerin ve çeşitlerin yapraklarının NYD’ne bakıldığında yüksek Jade-AU çeşidi olurken, Jade-AU çeşidi Kalkınış çeşidi ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. NYD yaprakta en küçük 07 G 01 genotipinde tespit edilmiştir. Diğer bir bitki kısmı olan bakla kabuğunun NYD en yüksek 27 S 08 (193.46) genotipinde, en düşük ise Kalkınış çeşidinde (79.97) belirlenmiştir (Tablo 3).

Kaba yemlerin yem kalitesini gösteren ölçütlerden birisi nisbi yem değeridir. NYD, yemlerin alımı ve enerji değerinin tahmini için kullanılan bir özelliktir. NYD değeri için yonca 100 olarak alınmakta ve NYD 100’ün altına düştükçe yem kalitesi düşmekte, yükselmesi durumunda ise artmaktadır (Moore ve Undersander, 2002). Nisbi yem değeri 75’in altında ise 5. kalite, 75-86 ise 4. kalite, 87-102 ise 3. kalite, 103-124 ise 2. kalite, 125-150 ise 1. kalite ve 150’nin üzerinde ise en iyi kalite olarak kabul edilmektedir (Rohweder ve ark., 1978). Bu veriler göz önüne alındığında en düşük NYD’ine sahip bakla kabuklarının 3. kalite olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında gövdenin (152.35) ve yaprak (258.25) en iyi kalitede olduğu saptanmış ve maş fasulyesinin bitki kısımlarının yem potansiyelinin yüksek olduğu düşünülmektedir. Karaman ve ark. (2020), maş fasulyesi genotiplerinin farklı hasat dönemlerinde hasat etmişler ve genotiplerin NYD’lerini 179.8-228.9 arasında değişim gösterdiğini ve ekimden 45 gün sonra yapılan hasat zamanında en yüksek NYD elde etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, yoncanın NYD’si 100 olarak kabul edildiğinde, maş fasulyesi genotiplerinin NYD değerlerinin oldukça yüksek ve iyi kalitede olduğu tespit etmişlerdir.

3.4. Metabolik enerji içeriği

Maş fasulyesi genotiplerinin ME değeri en yüksek 21 B 01 (9.89 MJ kg⁻¹) genotipinde, en düşük 73 A (8.61 MJ kg⁻¹) genotipinde belirlenmiştir. En yüksek ME değerine sahip olan 21 B 01 genotipi ile 27 S 08 genotipi aynı istatistiki grupta yer almıştır. Bitki kısımlarının ME değerleri incelendiğinde en yüksek yaprak kısmında; en düşük bakla kabuklarında belirlenmiştir. ME içeriği gövdede en yüksek 21 B 01 (10.27 MJ kg⁻¹) genotipinde, en düşük ise 73 A (7.97 MJ kg⁻¹) genotipinde tespit edilmiştir. Genotiplerin gövde kısmının ME içeriği tescilli çeşitlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yaprakların ME içeriği en yüksek 11.50 MJ kg⁻¹ ile 21 B 01 genotipinde ve Jade-AU çeşidinde tespit edilirken, 27 S 08 genotipi ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. En düşük yaprakta ME içeriği ise 10.30 MJ kg⁻¹ ile 02 G 05 ve 07 G 09 genotiplerinde belirlenmiştir. Diğer bir bitki kısmı olan bakla kabuğunun ME içeriği en yüksek 27 S 08 genotipinde (8.10 MJ kg⁻¹), en düşük ise Kalkınış çeşidinde (7.10 MJ kg⁻¹) belirlenmiştir. Bakla kabukları için genotipler ile çeşitler kıyaslandığında Jade-AU ve Partow çeşitleri en yüksek ME içeriklerine sahip olan 27 S 08 genotipi ile aynı istatistiki grupta yer almıştır (Tablo 4).

Abreu ve Bruno-Soares (1998), nohut, bakla, mercimek ve bezelye samanlarının ME değerlerinin sırasıyla 6.1, 6.2, 6.2 ve 7.1 MJ kg⁻¹ olduğunu belirledikleri çalışmada, Metabolik enerjinin türlere göre değiştiğini ifade

etmişlerdir. Karabulut ve ark. (2007), yonca samanının ME'ni 10.46 MJ kg⁻¹, bezelyenin 10.27 MJ kg⁻¹, nohudun 9.09 MJ kg⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Nair ve ark. (2015), 21 adet maş fasulyesinin yem değerlerini belirledikleri çalışmada, ME değerlerini 7.8-8.9 MJ kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Karaman ve ark. (2020), ikinci ürün olarak yetiştirdikleri maş fasulyesi genotiplerini farklı zamanlarda hasat ettikleri çalışmada genotiplerin ME 10.33-11.10 MJ kg⁻¹ arasında değişim gösterdiğini ve hasat zamanının gecikmesi ile ME miktarında azalma olduğunu saptamışlardır. Yapılan literatür çalışmaları sonucunda ME değeri yıllara, genotip ve türlere, vejetasyon süresine, bitki kısımlarına ve çevre şartlarına göre değişim göstermektedir. Yapılan çalışmada maş fasulyesinin ME değerleri literatürler ile uyum içerisindedir (Karabulut ve ark., 2007; Karaman ve ark., 2020).

Tablo 4. Maş fasulyesi genotip ve çeşitlerinin bitki kısımlarına göre metabolik enerji içerikleri
Table 4. Metabolic energy content of mung bean genotype and varieties according to plant parts

Genotip/Çeşit Genotype/Variety	Metabolik Enerji (MJ kg ⁻¹)/Metabolic Energy			
	Gövde/Stem	Yaprak/Leaf	Bakla kabuğu /Pod husk	Ort./Mean
02 G 05	8.77 ij	10.30 j	7.50 d-h	8.86 KL
07 A 02	8.67 j	11.20 b-d	7.60 c-e	9.16 E-I
07 A 05	9.33 ef	10.70 g-1	7.40 e-1	9.14 E-I
07 G 01	9.20 fg	10.73 g-1	7.40 e-1	9.11 E-J
07 G 08	8.70 j	11.00 d-f	7.60 de	9.10 F-J
07 G 09	9.07 gh	10.30 j	7.60 de	9.00 I-K
21 B 01	10.27 a	11.50 a	7.90 b	9.89 A
27 N 01	9.70 c	11.20 b-d	7.80 bc	9.57 B
27 S 01	9.87 bc	11.20 b-d	7.60 de	9.56 B
27 S 08	9.97 b	11.30 ab	8.10 a	9.79 A
33 M 02	8.80 ij	10.87 f-h	7.50 d-g	9.06 G-K
46 G 01	9.47 de	10.87 f-h	7.30 h-j	9.21 D-H
50 N 01	9.73 c	11.07 c-e	7.33 g-1	9.38 B-D
60 M 01	9.27 fg	11.03 c-f	7.57 d-f	9.29 C-F
65 M 01	9.23 fg	10.90 e-g	7.20 ij	9.11 F-J
73 A	7.97 l	10.67 h1	7.20 ij	8.61 M
73 C	9.33 ef	10.90 e-g	7.43 e-h	9.22 D-G
79 M 01	8.93 h1	10.77 g-1	7.37 f-1	9.02 H-K
79 M 02	8.37 k	10.73 g-1	7.63 cd	8.91 J-K
Jade-AU	8.97 h1	11.50 a	8.00 ab	9.49 BC
Vidiyala	8.30 k	10.60 ı	7.30 g-j	8.73 LM
Partow	9.13 f-h	11.23 bc	7.90 ab	9.42 B-D
Kalkınışh	9.67 cd	11.23 bc	7.10 j	9.33 C-E
Ort./Mean	9.16 B	10.95 A	7.54 C	

4. Sonuç

Ülkemizde yaklaşık 19 milyon büyükbaş hayvan varlığına yetecek kadar kaliteli kaba yem bulunmamaktadır. Yaklaşık 56 milyon ton kaliteli kaba yem açığı olup, bu açığın alternatif bir kaba yem kaynağı olarak baklagil ve Buğdaygil artıklarından karşılanması öngörülmektedir. Bu nedenle hasat sonrasında kalan sap ve samanlar hayvan beslenmesinde kullanılmalıdır. Araştırmada hayvan beslenmede önem arz eden NDF, ADF, ADL, selüloz, TSBM, NYD ve ME özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak NDF, ADF, TSBM ve ME özellikleri değerlendirildiğinde 21 B 01 ve 27 S 08 genotipleri, ADL içeriğinde 60 M 01 genotipi, selüloz içeriğinde 73 A ve 65 M 01 ve NYD'de ise 27 S 08 genotipi üstünlük göstermiştir. Genel olarak bitki kısımlarından gövde ve yaprak kısımlarının hayvanların beslemede kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Kaynakça

- Abd El-Salam, M.S., El-Habbasha, S.F. (2008). Evaluation of maize-mungbean intercropping systems at different sowing dates for forage production. *Egyptian Journal of Agronomy*, 30(2), 279-294.
- Abd El-Salam, M.S., Ashour, N.I., Abd El-Ghany, H.M. (2008). Forage production in sole and mixed stands of fodder maize (*Zea mays* L.) and mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *Bulletin of the National Research Centre, Egypt*, 33(1), 27-34.
- Abreu, J. M. F., Bruno-Soares, A. M. (1998). Characterization and utilization of rice, legume and rape straw. *Options Mediterraneennes-Serie B, Etudes et Recherches*, 17, 39-51.
- Acar, Z., Tan, M., Ayan, İ., Aşçı, Ö. Ö., Mut, H., Başaran, U., Kaymak, G. (2020). Türkiye’de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği*, 9, 13-12.
- Açıkgöz, E. (2001). Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Bursa.
- Anjum, M. S., Ahmed, Z. I., Rauf, C. A. (2006). Effect of Rhizobium inoculation and nitrogen fertilizer on yield and yield components of mungbean. *International Journal of Agriculture and Biology (Pakistan)*, 8 (2), 238-240.
- Anonymous, 2006. Acid detergent and neutral detergent fiber using ANKOM’s fiber analyzer F200. Ankom Technology Corporation, Fairport, NY. http://www.ankom.com/00_products/product_a200.shtml
- Anonymous, 2016. Animal feed resources information system, <http://www.feedipedia.org/>. (Erişim tarihi: 21.01.2021)
- Bato, E., Nizam, İ., Tuna, M. (2021). Parlak Brom (*Bromus catharticus* Vahl.) Hatlarının Ot Verimi ve Bazı Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 18(1), 169-178.
- Benlioğlu, B., Özkan, U. (2020). Germination and Early Growth Performances of Mung Bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) Genotypes Under Salinity Stress. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 318-328.
- Bhardwaj, H. L. (2013). Preliminary evaluation of tepary bean (*Phaseolus acutifolius* A. gray) as a forage crop. *Journal of Agricultural Science*, 5(7), 160.
- Boe, A., Twidwell, E. K., Rephart, K. D. (1991). Growth and forage yield of cowpea and mungbean in the Northern Great Plains. *Canadian Journal of Plant Science*, 71(3), 709-715.
- Bruno-Soares, A. M., Abreu, J. M. F., Guedes, C. V. M., Dias-da-Silva, A. A. (2000). Chemical composition, DM and NDF degradation kinetics in rumen of seven legume straws. *Animal feed science and technology*, 83(1), 75-80.
- Budak, F., Budak, F. (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, 7(1), 01-06.
- Canci, H., Tokar, C. (2005). The Broad-Sense Heritability for Yield and Yield Components in Mung Bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. GAP IV. Agriculture Congress, 21-23 September, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Türkiye, 840-843
- El-Salam, M. S. A., El-Metwally, I. M., El-Ghany, H. M. A., Hozayn, M. (2013). Potentiality of using mungbean as a summer legume forage crop under Egyptian condition. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(2), 1238-1243.
- Erener, G., Ocağ, N., Garipoğlu, A. V., Şahin, A. (2016). Insoluble granite-grit allows broiler chicks to have better growth performance and gut health. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(11), 650-654.
- Frost, R.A., Wilson, L.M., Launchbaugh, K. L., Hovde, E.M. (2008). Seasonal change in forage value of rangeland weeds in northern Idaho. *Invasive Plant Science and Management*, 1(4): 343-351
- Gökkuş, A. (2011). Türkiye’nin kaba yem üretiminde çayır-mer’a ve yem bitkilerinin yeri ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2) 250-261.
- Islam, M., Chowdhury, S. A., Alam, M. R. (1997). The effect of supplementation of jackfruit leaves (*Artocarpus heterophyllus*) and mashkalai (*Vigna mungo*) bran to common grass on the performance of goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 10(2), 206-209.
- Kamalak, A. (2006). Determination of nutritive value of leaves of a native grown shrub, *Glycyrrhiza glabra* L. using in vitro and in situ measurements. *Small Ruminant Research*, 64(3), 268-278.
- Karabulut, A., Canbolat, O., Kalkan, H., Gurbuzol, F., Sucu, E., Filya, I. (2007). Comparison of in vitro gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(4), 517-522.
- Karaman, R., (2019). *Maş Fasulyesi (Vigna radiata Wilczek) Genotiplerinin/Yerel Populasyonlarının Isparta Koşullarında Fenolojik, Morfolojik, Agronomik ve Bazı Teknolojik Özellikler Yönünden Karakterizasyonu*. (Doktora Tezi) Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.
- Karaman, R., Kaya, M., Türkay, C. (2020). Determination of Forage Yield, Quality and Mineral Content Mung Bean Growing as Second Crop. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(10), 2118-2124.
- Mendu, V., Griffiths, J. S., Persson, S., Stork, J., Downie, A. B., Voiniciuc, C., DeBolt, S. (2011). Subfunctionalization of cellulose synthases in seed coat epidermal cells mediates secondary radial wall synthesis and mucilage attachment. *Plant Physiology*, 157(1), 441-453.

- Meral, N., Çiftçi, C. Y., Ünver, S. (1998). Bakteri Aşılması ve Değişik Azot Dozlarının Nohut (*Cicer arietinum* L.)'un Verim ve Verim Ögelerine Etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 44-59.
- Moore, J. E., Undersander, D. J. (2002). Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, 32, 16-29.
- Nair, R. M., Giri, R. R., Boddepalli, V. N., Prasad, K. V. S. V., Devulapalli, R., Blümmel, M. (2019). Variation in grain yield, fodder quality and animal intake in two dual purpose legume crops: mungbean and vegetable soybean grown in semi-arid tropical India. *Legume Research*, doi: 10.18805/LR-4078
- Nair, R. M., Giri, R. R., Boddepalli, V. N., Sharada, P., Prasad, K. V. S. V., Reddy, Y. R., Blümmel, M. (2015). Variation in mungbean for grain yield, haulm yield and forage quality. *Eco-Responsive Feeding and Nutrition Linking Livestock And Livelihood*, 32p.
- Oktay, G., Temel, S. (2015). Ebu Cehil (*Calligonum polygonoides* L. ssp. *commosum* (L'Her.)) Çalışımın Yıllık Yem Değerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1): 30-36
- Omer, H. A., Ahmed, S. M., Abedo, A. A., EL-Nomeary, Y. A., Nasr, S. M., Nassar, S. A. (2018). Incorporation apricot seed kernel as untraditional source of protein in rabbit rations. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1), 1-9.
- Rasby, R. J., Erickson, G. E., Klopfenstein, T., Mark, D. R. (2008). EC08-278 Grazing Crop Residues With Beef Cattle. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5121&context=extensionhist>, (Erişim tarihi: 25.01.2020)
- Ravindran, V. (1988). Observations on the forage potential of velvet bean. *Journal of the National Science Council of Sri Lanka*, 16(2), 175-181.
- Rohweder, D., Barnes, R. F., Jorgensen, N. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47(3), 747-759.
- Sherasia, P. L., Garg, M. R., Bhandari, B. M. (2017). *Pulses and their by-products as animal feed*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Sreerangaraju, G., Krishnamoorthy, U., Kailas, M. M. (2000). Evaluation of Bengal gram (*Cicer arietinum*) husk as a source of tannin and its interference in rumen and post-rumen nutrient digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 85(1-2), 131-138.
- Ullah, H., Khalil, I. H., Lightfoot, D. A. (2012). Selecting mungbean genotypes for fodder production on the basis of degree of indeterminacy and biomass. *Pakistan Journal of Botany*, 44(2), 697-703.
- Uslu, Ö.S., Akbay, F., Erol, A. (2020). Yemlik Bezelye ve Yemlik Bakla Bitki Kısımlarının Kalite Özellikleri ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9(1), 118-124.
- Van Dyke N.J., Anderson, P.M. (2000). Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension. Circular ANR890.
- Van Soest, P.J. (1994). *Fiber and physicochemical properties of feeds in: Nutritional ecology of the ruminant*. Second edition. Cornell University press. Ithaca, NY
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Venkateswarlu, S., Srinivas Kumar, D., Raghava Rao, E. (2013). Nutrient utilization in buffalo bulls fed crop residue based rations. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 3(2), 101-105.
- Zhai, G., Shen, Y., Zhai, Y., Liu, X., Jiang, H. (2008). Forage yield performance and nutritive value of selected wild soybean ecotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 88(3), 465-472.

Bakteriyel Kanser Ve Solgunluk Hastalığına Dayanıklı Ümitvar Domates Mutantlarında *PR1* Geninin Dayanıklılık Mekanizmasındaki Rolü


The Role of *PR1* Gene in Resistance Mechanism to Bacterial Canker and Wilting Disease in Promising Tomato Mutant Plants


Deniz KARABULUT¹, Özer ÇALIŞ^{2*}

Öz

Domates Dünya’da ve Türkiye’de en çok üretilen ve tüketilen sebze bitkileri arasındadır. Domates bitkisi bu kadar çok üretilmesinin yanında yetiştiriciliği esnasında birçok fungal, bakteriyel ve viral hastalık etmenlerinin olumsuz etkilerine maruz kalmaktadır. Bu etmenlerden en önemlileri arasında bulunan bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına neden olan patojen domates bitkilerinde önemli ürün kayıplarına sebebiyet vermektedir. Hastalıkla mücadelede etkin bir yöntem dayanıklı çeşit geliştirmektir. Hastalığa dayanıklı kültür domates çeşitlerinin olmaması nedeniyle NCEBR3 kültür domates hattı ethyl methanesulfonate (EMS) kimyasal mutasyonuna uğratarak M3-9 ve M3-15 mutant bitkileri hastalığa dayanıklı olarak bulunmuştur. Bu çalışmayla mutant bitkilerdeki dayanıklılığı sağlayan mekanizmalar arasında önemli bir rolü olan *Patojenisite ile İlgili (PR1)* geninin M3-9 ve M3-15 mutant dayanıklı bitkiler üzerindeki üretimini ortaya koymak için Real-Time PCR analizleri yapılmıştır. Dayanıklılık mekanizması içerisinde üretilen *PR1* geni ve bu genin kodladığı proteinler mutant bitkilerde inokulasyondan sonraki 5. güne kadar çok miktarda oluştuğu, buna karşın hassas NCEBR3 bitkilerinde *PR1* geni ve onun kodladığı PR1 proteininin üretiminin kısıtlandığı bulunmuştur. Hassas orijinal NCEBR3 bitkilerinde *PR1* genin gecikmeli üretilmesi nedeniyle bakteriyel hastalık etmeni kolonize olurken dayanıklı M3-9 ve M3-15 bitkilerinde inokulasyondan itibaren üretilen *PR1* geni bakteriyel hastalık etmeninin kolonizasyonunu engellemektedir. Yapılan çalışmalar dayanıklılıktan sorumlu gen(ler)in altında bulunan *PR1* geni ve bu genin ürettiği PR1 proteinlerinin iki mutant bitkide dayanıklılığı sağladığını göstermektedir. Dayanıklılığı sağlayan gen(ler)in haritalanması ve sinyal yollarının aydınlatılması çalışmaları hala devam etmektedir. Dayanıklılık gen(ler)i klonlanmasıyla bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığının genetik kontrolü mümkün olacaktır. Eldeki veriler bakteriyel kanser ve solgunluk hastalık etmeninin mücadelesinde en uygun yöntemin genetik olarak dayanıklı domates bitkileri üretmek olduğunu göstermektedir. Genetik olarak dayanıklı domates çeşitleri üretmek uzun soluklu bir süreç olup bu çalışmada elde edilen ümitvar domates çeşitleri ters genetik yöntemiyle oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: PR1 proteini, Real-Time PCR, moleküler, cDNA, patojen, genetik, RNA

¹Deniz KARABULUT, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Muş İl Koordinatörlüğü, Hürriyet Caddesi Merkez, Muş Türkiye. E-mail: dkarabulut89@gmail.com  OrcID: 0000-0001-8701-7865.

²*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Özer ÇALIŞ, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Kampüsü 07059 Konyaaltı, Antalya Türkiye. E-mail: ozercalis@akdeniz.edu.tr  OrcID: 0000-0002-7219-1219.

Atıf/Citation: Karabulut D., Çalış Ö. Bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına dayanıklı ümitvar domates mutantlarında PR1 geninin dayanıklılık mekanizmasındaki rolü. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 19 (1) 120-131.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

Tomato is among the most widely produced and consumed vegetable crops not only in Turkey but also in the world. During production of tomato, there are several fungal, bacterial and viral pathogens causing diseases on the valuable vegetable plant. Among them, bacterial canker and wilting pathogen makes significant crop losses in tomato plants. To control such bacterial pathogen, developing resistant varieties is an effective method where M3-9 and M3-15 mutant plants produced by ethyl methanesulfonate (EMS) chemical mutation from NCEBR3 cultivated tomato line. To date, there is neither resistant plant to bacterial canker and wilting pathogen nor effective biological control agents known. In this study, we aim to reveal accumulation of *Pathogenicity Related-1 (PR1)* gene which has an important role in resistant M3-9 and M3-15 mutant plants is working under resistant gene(s). Studies have unrevealed that the *PR1* gene encodes PR1 proteins in M3-9 and M3-15 mutant plants from inoculation to 5th days post inoculation, however, a little PR1 protein accumulation was detected in susceptible original NCEBR3 plants where PR1 protein was not enough to prevent bacterial canker and wilt pathogen. These results indicate resistant gene(s) have resistance mechanisms where *PR1* gene and their encoded PR1 proteins accumulated in the two promising mutant plants. Resistance gene mapping studies have been continuing to clone resistance gene and its signaling pathways. The cloned resistance gene(s) will genetically enable to control such important bacterial pathogen causes bacterial cancer and wilting disease on tomatoes. All collected data encourage that the most appropriate method to control bacterial cancer and wilt disease is to develop genetically resistant tomato plants. Producing genetically resistant tomato varieties is long-term process, and the promising resistant tomato plants are created by reverse genetics.

Keywords: Pathogenesis related proteins, Real-Time PCR, molecular, cDNA, pathogen, genetic, RNA

1. Giriş

Domates Dünya'nın birçok bölgesinde yüksek miktarda yetiştiriciliği ve tüketimi yapılan tarımsal anlamda en önemli bitkiler arasında bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organisation of the United Nations: FAO) verilerine göre dünya genelinde 2019 yılı itibarıyla domates 5.030.545 ha alanda 180.766.329 ton üretilmiştir. Türkiye ise 181.488 ha alanda 12.841.990 ton'luk domates üretimiyle Dünyada 3. sırada bulunmaktadır (Anonim, 2021a). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre ise Türkiye 2020 yılında 13.204.015 ton'luk bir üretim miktarına sahiptir (Anonim, 2021b).

Domates bitkileri açık ve kapalı üretim alanlarında yüksek üretim miktarına sahip olmasının yanında funguslar, bakteriler, virüsler ve viroidler gibi birçok biyotik hastalık etmenleri tarafından büyük miktarlarda zarara uğratılmaktadırlar. Bakteriyel patojenler arasında yer alan bakteriyel solgunluk ve kanser hastalığı etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Cmm) özellikle sıcaklığın ve nemin yüksek olduğu tropikal ve subtropikal bölgelerde domates üretimini kısıtlayan domatesin en önemli hastalıklarından birisidir. Patojen yaz aylarına nazaran kış aylarında toprakta canlılığını daha yüksek süre ile muhafaza etmektedir. Hastalık bitkilerde kanser ve solgunluk belirtileri göstererek domates bitkilerinin tamamen ölümüne sebebiyet vermektedir. Enfeksiyon doğrudan iletim demetleri dokusuna yerleşen inokulumdan kaynaklandığında sistemik enfeksiyon özellikle genç bitkilerde solgunluk belirtisi ile kendini göstermektedir. Yaşlı bitkilerde ise solgunluk belirtileri genç bitkilere oranla daha yavaş ve aşamalı olarak ortaya çıkmaktadır. Enfekteli gövdelerde iletim demetleri ilerleyen zamanlarda kahverengi görünüm almaktadır. Ayrıca patojenin floem ve parankima hücrelerine yayılması ile hastalığa yakalanan bitki gövde ve petiollerinde lekelenmeler, koyulaşarak bazı durumlarda da gövde üzerinde çatlaklar oluşmaktadır. Hastalık etmeninin bitki yüzeyindeki açıklıklar ile girişi gerçekleşmiş ise nekrozlar ve yaprak lekeleri gibi lokal belirtiler görülür. Bu lekelenmeler gittikçe artarak yaprak yüzeyinin büyük bölümünü kaplayarak yanmış bir görünüm oluşturmaktadır. Domates meyvelerinde ise patojen kuş gözü lekesi adı verilen lokal kahverengi belirtiler oluşturarak meyvenin pazar değerini düşürmektedir. (Agrios, 2007; Bergüzar ve ark., 2018; Çalış ve ark., 2013; Çetinkaya-Yıldız, 2007).

Hastalık etmeninin bu derece yüksek öneme haiz olmasına rağmen günümüzde etkin kültürel, biyolojik ya da kimyasal bir mücadelesi bulunmamaktadır. Ancak antagonistik bakteriler, sodyum hipoklorit, laktik asit gibi alternatif uygulamaların özellikle domates tohumlarındaki hastalık gelişimi üzerinde sınırlandırıcı etkilere neden olarak bitkilerdeki patojen miktarının azaltılmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Hastalıkla mücadele de bitkiyi koruyucu amaçlı kimyasal uygulamalar yapılabilmektedir. Ancak bu uygulamalar çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bütün bu etkenler göz önüne alındığında hastalık etmeni patojenle kalıcı ve etkin bir mücadele yürütmek için en öncelikli konu dayanıklı bitki çeşidi geliştirilmesine yönelik çalışmalardır (Çalış ve ark., 2013; Karut ve ark., 2019).

Cmm patojeni konukçu uygunluğunu test ederek konukçu bitki üzerinde çoğalma faaliyetine başlamaktadır. Dolayısı ile moleküler mekanizmalarının anlaşılması, konukçu-patojen ilişkisinin ortaya konulmasıyla mümkündür. Konukçunun dayanıklılık gen(ler)inin kontrol ettiği hücre içerisindeki süper oksit patlamaları ve bunların yol açtığı hipersensitif hücre ölümü (HR), dayanıklılık gen(ler)inin aktive ettiği patojene özel proteinlerin (Pathogenesis related (PR) proteins) oluşumu ve sekonder metabolitlerin üretilmesi, patojene karşı oluşturulacak sistemik kazanılmış dayanıklılıkta görev alan salisilik asit, jasmonik asit ve etilen gibi bitki büyüme düzenleyicilerinin miktarındaki artışlar konukçu bitkide var olan dayanıklılık gen(ler)i tarafından kontrol edilmektedir (Wang ve ark., 2007; Yun ve Loake, 2002; Robert-Seilaniantz ve ark., 2007; Alvarez, 2004).

PR1 genlerinin kodladığı proteinler bitkilerde patojenin enfeksiyonu, yaralanma, incinme, yüksek osmotik basınç gibi stres koşullarında oluşturularak patojenin saldırısını, yayılmasını ve çok yönlülüğünü sınırlandırmaktadırlar (Uknes ve ark., 1992). Hassas domates bitkilerinde klasik Mendel testlerinin ters bir şekli (reverse genetics) olan ethyl metanosulfonate (EMS) mutasyonu uygulaması ile gerçekleştirilen bakteriyel kanser hastalık etmenine karşı dayanıklı olan M3-9 ve M3-15 bitkilerinde meydana gelen ve dayanıklılığa neden olan genetik değişikliklerin belirlenmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu çalışma ile ümitvar dayanıklı bulunan M3-9 ve M3-15 dayanıklı bitkilerinin bakteriyel kanser hastalık etmenine karşı patojenesis ile ilgili gen(ler) ve bu gen(ler)in kodladığı protein üretimi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyalin Temini

Çalışmada kullanılan NCEBR3 domates hattı tohumları Mountain Horticultural Crops Research and Extension Center, North Caroline State University, USA'dan temin edilmiştir. Kullanılan NCEBR3 hattı North Caroline Early Blight Resistant 3 (NCEBR3) olarak bilinmekte olup yarı bodur sofralık domates genotipidir (Nash ve Gardner, 1988). Önceki yıllarda yapılan çalışmalarda NCEBR3 saf hat domates tohumlarının tek bazlık mutajen olan ethyl metanosulfonate (EMS, Sigma, Almanya) ile mutasyona uğratılması ve bitki genomu üzerindeki nükleotid sıralarında mutasyon ile sitozin (C) / guanin (G)'nin timin (T) / adenin (A) nükleotidlerine dönüşmesi sağlanarak 450 M2 domates mutant bitkisinden 15 adet M2 mutant bitkisi hastalık etmeni *Cmm2*'ye karşı dayanıklı olarak bulunmuştur. Bu bitkilerden M3 popülasyonlarının tohumları üretilmiş ve patojenite testleri ile M3-9 ve M3-15 mutant familyalarındaki bitkiler *Cmm2* patojenine karşı herhangi bir açılım göstermemiştir (Çalış ve ark., 2013). EMS kimyasal mutajeni ile mutasyona uğratılmasıyla elde edilmiş olunan M3-9 ve M3-15 ümitvar dayanıklı mutantlarının tohumları ise Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarında bulunan tohum koleksiyonundan sağlanmıştır.

2.2. Bitkilerin yetiştirilmesi

Çalışmada kullanılan domates tohumları 16 saat gündüz 8 saat gece uzunluğunda, $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve %60 nispi nem koşullarındaki Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyoteknoloji serasında içerisinde steril torf bulunan viyollere ekilmiştir. Viyollere ekilen domates tohumları düzenli aralıklarla sulanarak çimlenmeleri sağlanmıştır. Bitkiler 2-3 gerçek yapraklı döneme geldiklerinde içerisinde 1:1:1:1 oranında torf: perlit: toprak ve hayvan gübresinin 121°C 'de 15 dakika (dk) otaklav edilmesiyle hazırlanmış karışım içeren 20 cm çapında ve 30 cm derinlikteki saksılara dikilerek sera ortamında gelişmeye bırakılmış ve bitkilerin rutin bakımları yapılmıştır.

2.3. Fitopatogen bakterilerin temini ve GYCA besi ortamında geliştirilmesi

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* hastalık etmeninin virülensliği yüksek izolatu olan *Cmm2* Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Hüseyin BASIM'dan temin edilmiştir. Patojenin çoğaltılması amacıyla Glikoz Yeast Carbonate Agar (GYCA) 5 gram (g) glucose, 5 g yeast extract, 40 g calcium carbonate ile oluşturulan karışıma 1 litre (L) oluncaya kadar saf su eklenmiş ve karışımın pH'ı 7.2'ye KOH ya da HCl kullanılarak sabitlenmiş daha sonra karışıma 15 g Agar (Merck, Almanya) eklenerek besi ortamı 1 atmosfer (atm) basınçta 121°C 'de 15 dk otaklav edilerek hazırlanmıştır (Anonim, 2013). Otaklav işlemi tamamlanan besi ortamları 40°C sıcaklığa kadar soğutulduktan sonra steril kabin içerisinde steril cam petrilere dökülerek ortamların katılaşmaları sağlanmıştır. *Cmm* bakteri izolatları stok çözeltilerinden öze yardımı ile alınarak steril koşullarda hazırlanan ve cam petrilere katılaşması sağlanan GYCA besi ortamlarına çizimleri yapılmış ve petrilere streç film ile sarılarak 28°C 'deki inkübatörde 3 gün süre ile bekletilerek bakterilerin gelişmeleri sağlanmıştır.

2.4. *Cmm* patojeninin test bitkilerine inokulasyonu

İnokulasyonda NCEBR3, M3-9 ve M3-15 domates bitkilerinden 3'er adet olmak üzere toplamda 9 adet bitki kullanılmıştır. Bu deneme farklı zamanlarda 3 defa tekrarlanmıştır. Hastalık etmeni bakteri GYCA besi ortamında geliştirildikten sonra steril kürdan kullanılarak inokulasyon yapılmıştır. Her bitkiden inokulasyondan hemen sonra 0., 1., 2., 3., 4., 5., 7., 14. ve 21. günlerde 2'şer adet yaprak örneği alınmıştır. Alınan yaprak örnekleri sıvı azot içerisinde dondurularak -80°C derin dondurucuda RNA izolasyonları yapılmaya kadar saklanmıştır.

2.5. Bitkilerden RNA izolasyonu ve complementary (c) DNA sentezi

Bitkilerden alınan yaprak örneklerinden RNA izolasyonu için Qiagen RNA Easy Plant Mini Extraction (Qiagen, Almanya) kiti kullanılarak üretici firmanın önerdiği protokol takip edilmiştir. Elde edilen RNA örnekleri Ultraviole Fotospektrometre'de OD_{260} dalga boyunda 20 μl RNA örneği ve 680 μl dsH_2O içeren solüsyonda ölçümleri yapılarak tüm örneklerdeki RNA miktarları tespit edilmiş ve örneklerde belirlenen miktarlarda dsH_2O ilave edilerek Ependorf tüplerdeki RNA miktarları aynı oranda sabitlenmiştir. Daha sonra RNA'ların karşılığı olan tamamlayıcı (complementary: c) cDNA sentezi için RNA örnekleri Takara Bio Inc şirketi tarafından geliştirilen ve Moloney Murine Leukemia Virus'ten elde edilen Reverse Transkriptaz (RTase) enzimi Prime Script Reverse

Transkriptase ile muamele edilerek örnekler cDNA'ya dönüştürülmüştür. Tek sarmal cDNA sentezi bu kit ile 42° C sıcaklığında yapılabildiğinden enzimin çalışması için yüksek sıcaklığa gereksinim duyulmaması bu enzimin tercih edilme sebeplerinden birini oluşturmuştur. Çünkü yüksek sıcaklıkta RNA yapısında bozulma olmakta RNA özelliğini kaybetmektedir (Anonim, 2014a; Anonim, 2014b).

2.6. Real Time PCR Mixture hazırlanması ve analizlerin yapılması

Dünya genelinde *Solanaceae* familyasına ait bitki türlerinde ve model bitki *Arabidopsis thaliana* bitkisinde PR1 ve PR2 proteinlerinin tespiti ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan PR1 ve PR2 proteinlerinin sentezlenmesini sağlayan *PR1* ve *PR2* genlerine ait spesifik primerler Iontek firmasından temin edilmiştir. Bu primerler ile çalışmaya konu bitki DNA'ları klasik Polymerase Chain Reaction (PCR)'da 35 defa çoğaltılarak elektroforez jelde koşturulmuştur. Jel görüntüleme sisteminde bu kullanılan primerlerden 2 adet *PR1* genine ait primerler seçilmiştir. Önce seçilen primer çifti PCR ile çoğaltılıp elde edilen üründe bant oluşumu görülmüş ve Real-Time PCR çalışmaları bu primerler üzerinden yürütülmüştür. Çalışmada Xiao ve ark. (2003)'nin *Arabidopsis thaliana* bitkisinde kullandıkları *PR1-Forward*, 5' –AGA GGC AAC TGCA GAC TCA TAC AC-3'; *PR1-Reverse*, 5' –AGC CTT CTC GCT AAC CCA CAT-3' primerleri kullanılmıştır. Ayrıca pozitif kontrol grubu olarak yine Xiao ve ark. (2003) tarafından kullanılan 18S ribozomal DNA; *18S-Forward*, 5'-CGT CCT AGT CTC AAC CAT AAA CGA T-3'; *18S-Reverse*, 5'-GGT GCC AGC GGA GTC CTA T-3' primerleri kullanılmıştır. *PR1* geninin kodladığı PR1 proteinleri anti mikrobiyal aktiviteye sahip olup inokulasyondan sonra dayanıklı bitkiler tarafından üretilmekteyken bu çalışmada seçilen 18S ribozomal DNA tüm bitkilerde var olan standart DNA olarak kullanılmıştır.

Real-Time PCR'da boyar madde olarak Bio-Rad (Almanya) marka Universal SYBR Green Supermix kullanılmış olup her bir örnek için dsH₂O 10 µl, SYBR Green SüperMix BioRad 12.50 µl, Primer Forward 10 µM 0.25 µl, Primer Reverse 10 µM 0.25 µl ve cDNA 2.00 µl eklenerek toplam da 25.00 µl Real-Time PCR karışımı hazırlanmıştır (Anonim, 2014c). Çalışmalarda PR1 primeriyle hazırlanan 40 örnek ve 18S ribozomalDNA (rDNA) ile hazırlanan 40 olmak üzere toplamda 80 adet örnek PCR karışımı için 0.2 ml'lik PCR Script tüplerinin her birine 23 µl olarak ilave edilmiş daha sonra ise sırasıyla cDNA örnekleri bu karışımlara eklenmiştir. PCR işlemi Stratagene marka Mx3000p model Real-Time PCR cihazında gerçekleştirilerek başlangıç (denaturation) 94° C'de 5 dakika, 40 döngü (cycles) boyunca 94° C'de 1 dk, 55° C'de 45 saniye, 72° C'de 45 saniye, final uzama (extension) 72° C'de 10 dk ve Store 25° C sonlandırma adımlarından oluşan program kullanılmıştır (Anonim, 2014c).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bu çalışma ile dayanıklılık mekanizmasında aktif rol oynayan PR1 proteinini kodlayan RNA ile birlikte tüm bitkilerin sahip olduğu 18 S ribozomal DNA'nın kontrol ettiği protein miktarı pozitif kontrol olarak RT-PCR' da ölçümlenmiştir. Bu amaçla *Cmm2* bakteri izolatına karşı mutant dayanıklı ve orijinal hassas domates bitkilerindeki *PR1* geninin kodladığı protein miktarının ölçülmesi gerçekleştirilmiştir. SYBR Green boyası başlangıçta az miktarda bulunan DNA'ya bağlanmakta, her bir döngüde DNA miktarı 2 kat artmakta ve buna bağlı olarak floresan miktarı artış göstermektedir. Bu şekilde floresan boyanın doğrusal olarak okunabildiği döngüye threshold (Ct) denilmektedir. Bu noktada örnek miktarının nispi konsantrasyonu ile hedeflenen DNA miktarı arasındaki fark floresan boya ile doğru olarak tespit edilmektedir. Bir başka ifadeyle $\Delta Ct = Ct_{\text{örnek}} - Ct_{\text{referans}}$ denklemi ile DNA miktarı kantitatif olarak belirlenebilmektedir (Dorak, 2006).

Yapılan çalışmalarda *PR1* geninin dayanıklı ve hassas bitkilerdeki oluşum miktarları nispi olarak PR1 primerinin kullanıldığı kantifikasyonun Ct değerleri ile pozitif kontrol olarak 18S rDNA'nın kullanıldığı kantifikasyonun Ct değerlerinin baz alındığı ΔCt değerlerinin her örnek için ayrı ayrı hesaplanmasıyla *Şekil 1.* oluşturulmuştur. RT-PCR çalışmalarında M3-9 ve M3-15 dayanıklı mutant domateslerinde inokulasyondan itibaren 0. günden 3. güne kadar *Cmm2*'ye dayanıklı M3-9 ve M3-15 domates bitkilerinde PR1 proteininin üretimini tetikleyen *PR1* geni oransal anlamda hassas NCEBR3 bitkisine göre 2-6 kat daha yüksek seviyelerde oluşmaktadır (*Şekil 1.*). Bakteriyel hastalık etmeninin bitkilerdeki kolonizasyonu boyunca yüksek miktarda PR1 proteini dayanıklı mutant M3-9 ve M3-15 bitkilerinde oluşturulmaktadır (*Şekil 1.*). Bakteriyel hastalık etmeninin kolonizasyonundan sonra (4. gün) özellikle hassas NCEBR3 bitkilerinde de *PR1* genlerinin kodladığı PR1 protein üretiminde ciddi artışlar meydana gelmektedir (*Şekil 2.*).

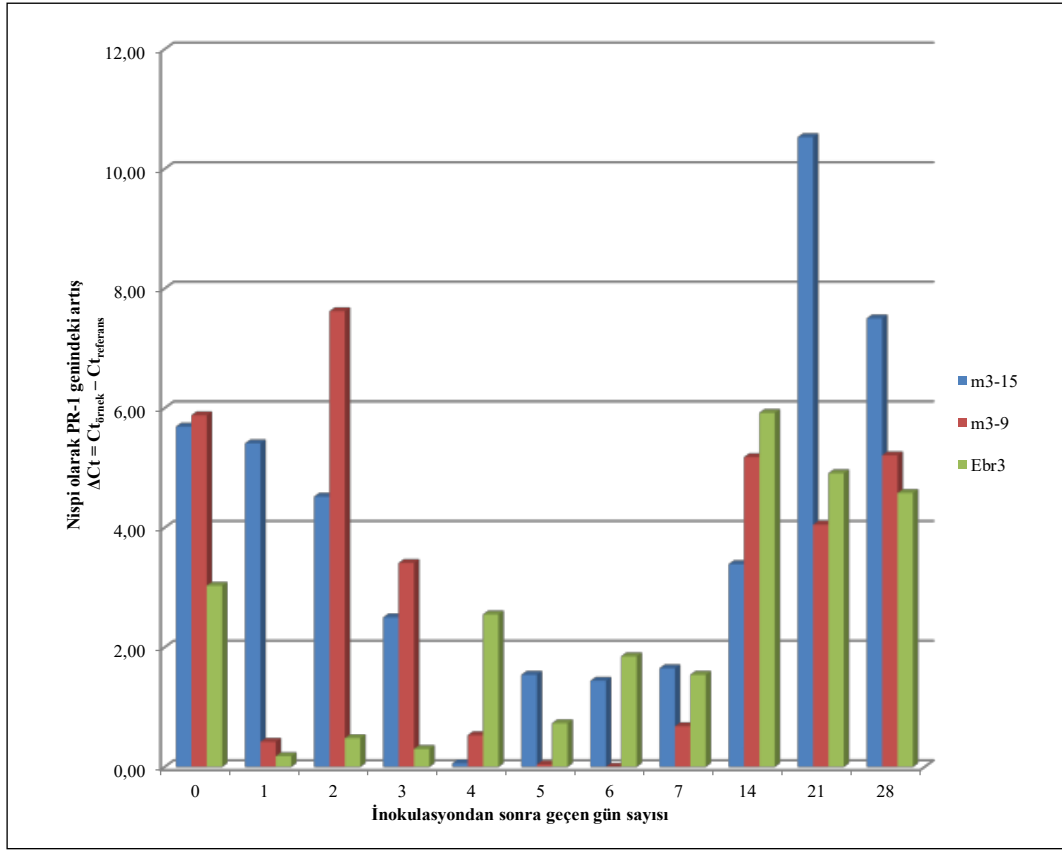


Figure 1. Relative quantification of PR1 gene in resistant and susceptible plants after Cmm2 inoculation.

Şekil 1. Cmm2 ile inokulasyonu takiben dayanıklı ve hassas bitkilerde oluşan PR1 geninin nispi olarak kantifikasyonu

Ancak hastalık etmeni bakteri bu süre zarfında hassas bitkilerde kolonizasyonunu tamamlamış ve bitki dokularında yayılmaya başladığı için hassas orijinal NCEBR3 bitkilerindeki bu PR proteinlerinin artışı bakteriyel patojeni sınırlamaya yeterli olmaktadır (Şekil 4). Bir başka ifadeyle hassas orijinal bitkilerde gecikmeli üretilen PR1 proteini patojenin yayılımını sınırlandıramamaktadır. Oysaki ümitvar dayanıklı mutant domates bitkilerinde hastalık inokulasyonunun ilk anından itibaren dayanıklılık genleri altında çalışan PR1 geni yüksek miktarda PR proteinini üretmektedir (Şekil 1). Böylece PR1 proteini bakteriyel inokulasyondan itibaren Cmm2 patojenini sınırlamaktadır. PR1 proteinleri bakteriyel patojenin konukçu hücrelerine kolonizasyonunu engellemekte ve ölçümlemenin gerçekleştirildiği 21. günde M3-15 bitkilerinde hassas NCEBR3 bitkilerine göre 2 kattan fazla üretildiği anlaşılmaktadır (Şekil 1). PR1 proteinlerinin inokulasyondan sonra ani ve yüksek miktarda oluşturulması Cmm2 bakteriyel hastalık etmenini sınırlamaktadır (Şekil 2 ve 3). Fakat hassas NCEBR3 orijinal bitkilerindeki gecikmeli gerçekleşen yüksek PR1 protein oluşumları Cmm2 patojeninin kolonizasyonunu sınırlamamaktadır. Çalışmada dayanıklı M3-15 mutant bitkilerinde inokulasyondan sonra 21. ve 28. günlerde hala PR1 proteinin yüksek miktarda üretiliyor olması dayanıklılığın lokal reaksiyondan sistemik reaksiyona geçtiğini göstermektedir.

Pozitif kontrol olarak kullanılan 18S rDNA proteinleri inokulasyondan itibaren 21 gün boyunca her zaman aynı miktarda ölçülenmekte olup bitkilerdeki miktarı değişim göstermemektedir (Şekil 4 ve 5). Tüm canlı hücrelerinde bulunan 18S rDNA hücre nükleusu, ribozomlarda, mitokondri ve kloroplastlarda bulunan ribozomal RNA (rRNA) içerisinde var olduğu için çalışmada pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Tıpkı PR1 geninde olduğu gibi rDNA'da belirtilen örneklerden izole edilen RNA'nın reverse transkriptaz enzimi ile üretilen cDNA içerisinde bulunmaktadır. Üretilen cDNA içerisindeki PR1 ve rDNA proteinlerinin miktarları RT-PCR ile aynı anda özel SYBR green boyası ile ölçümlendiği için rDNA ile PR1 protein miktarları mukayese edilerek kantifikasyon sağlanmıştır.

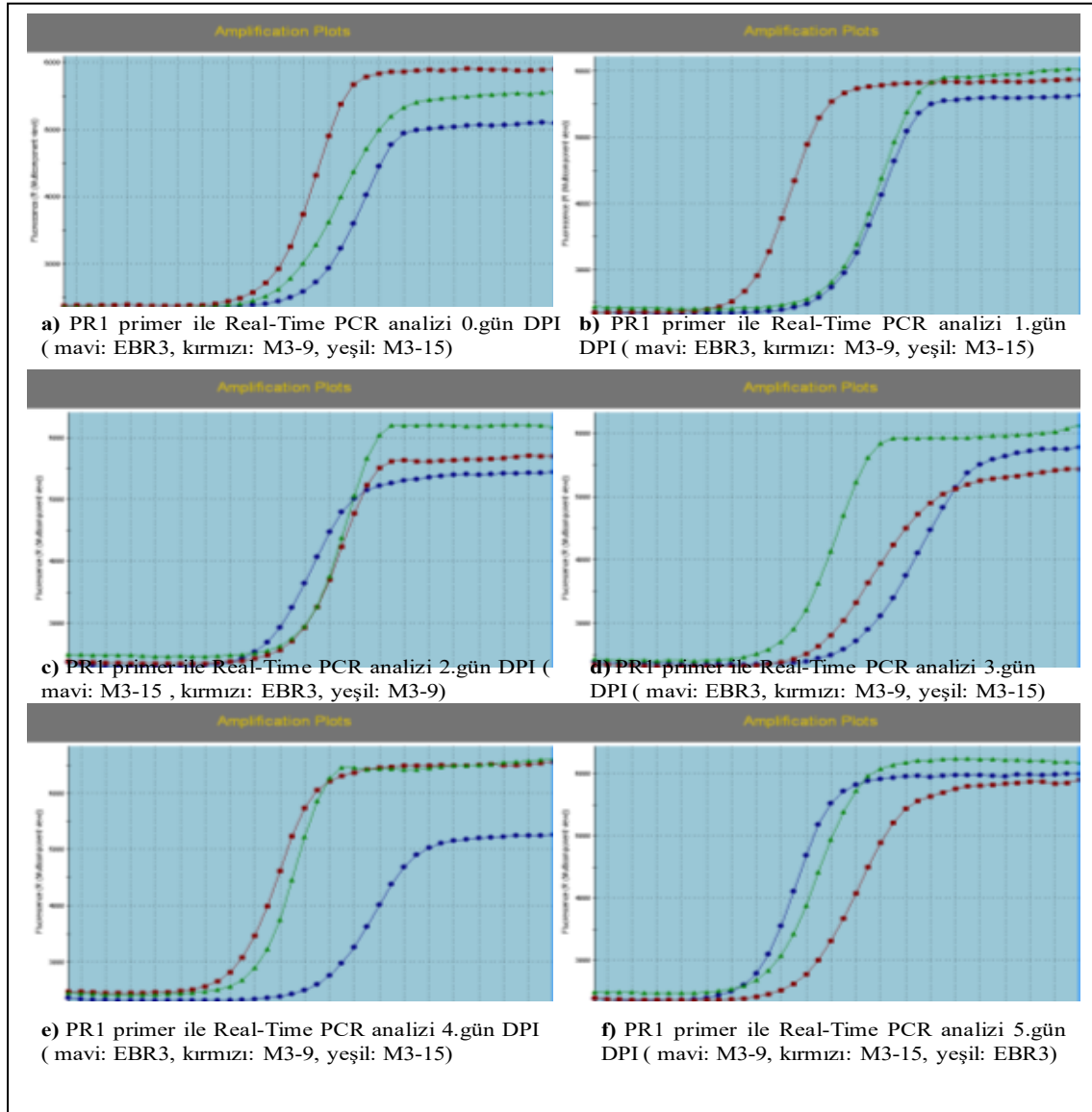
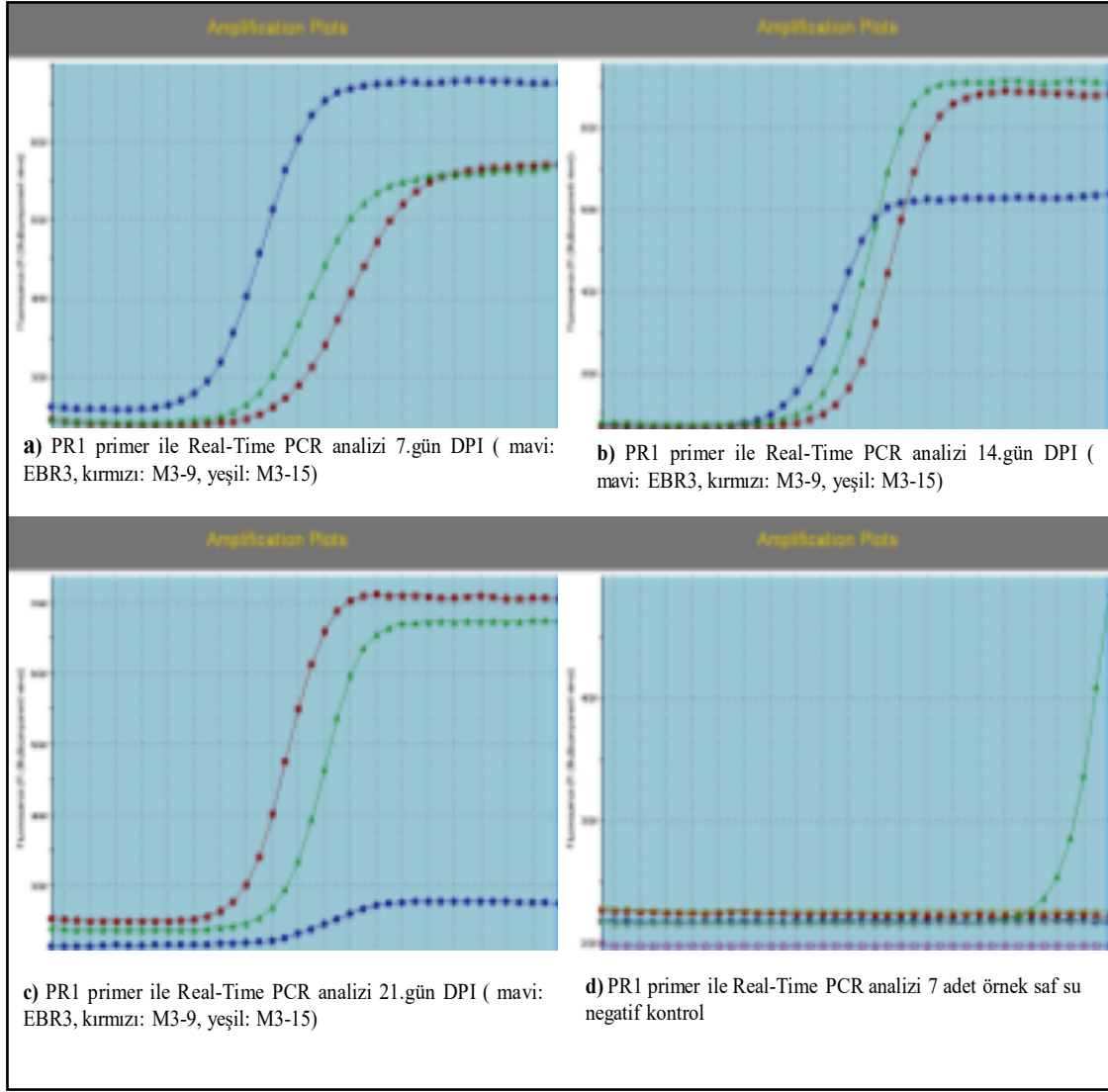
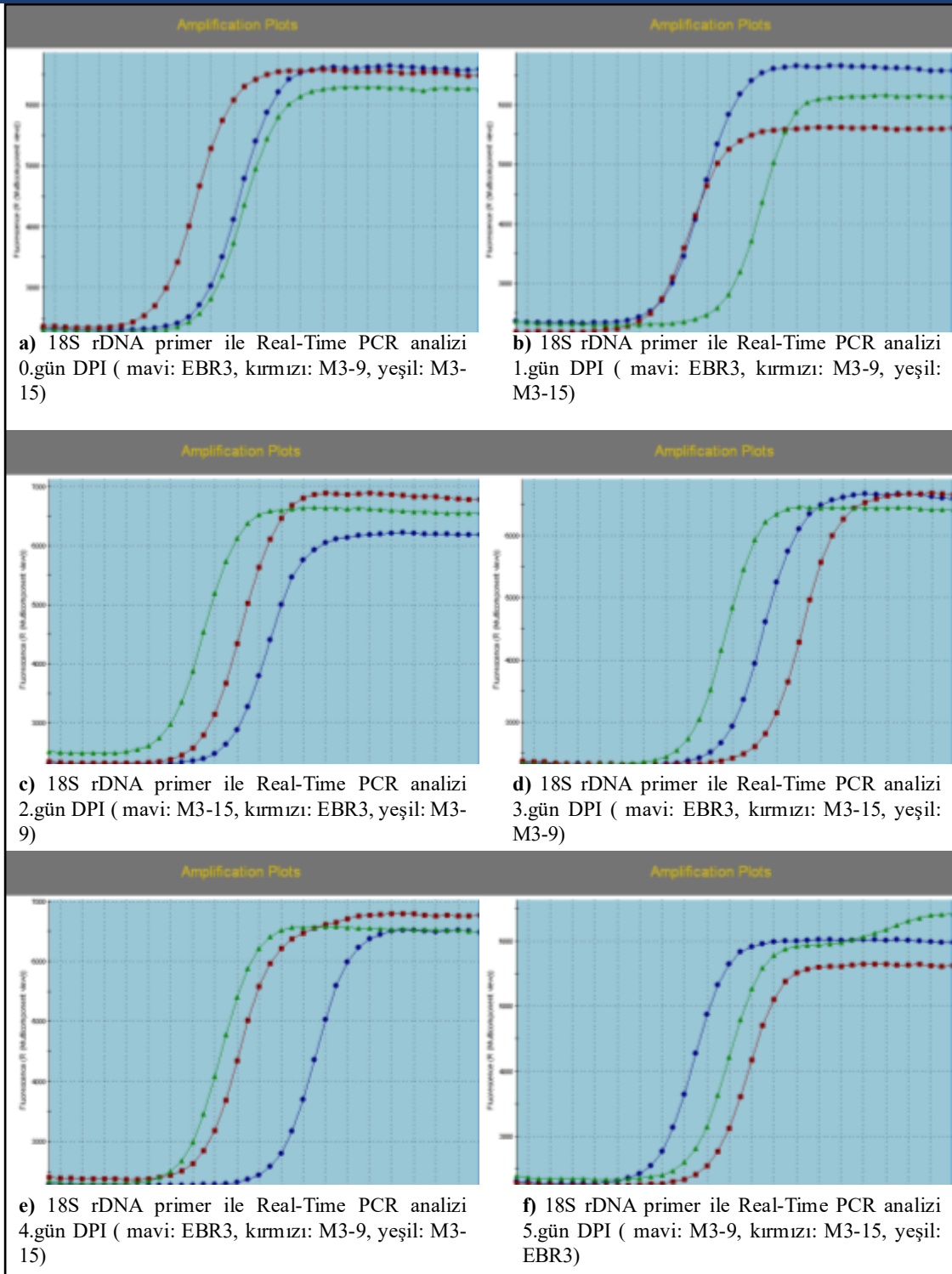


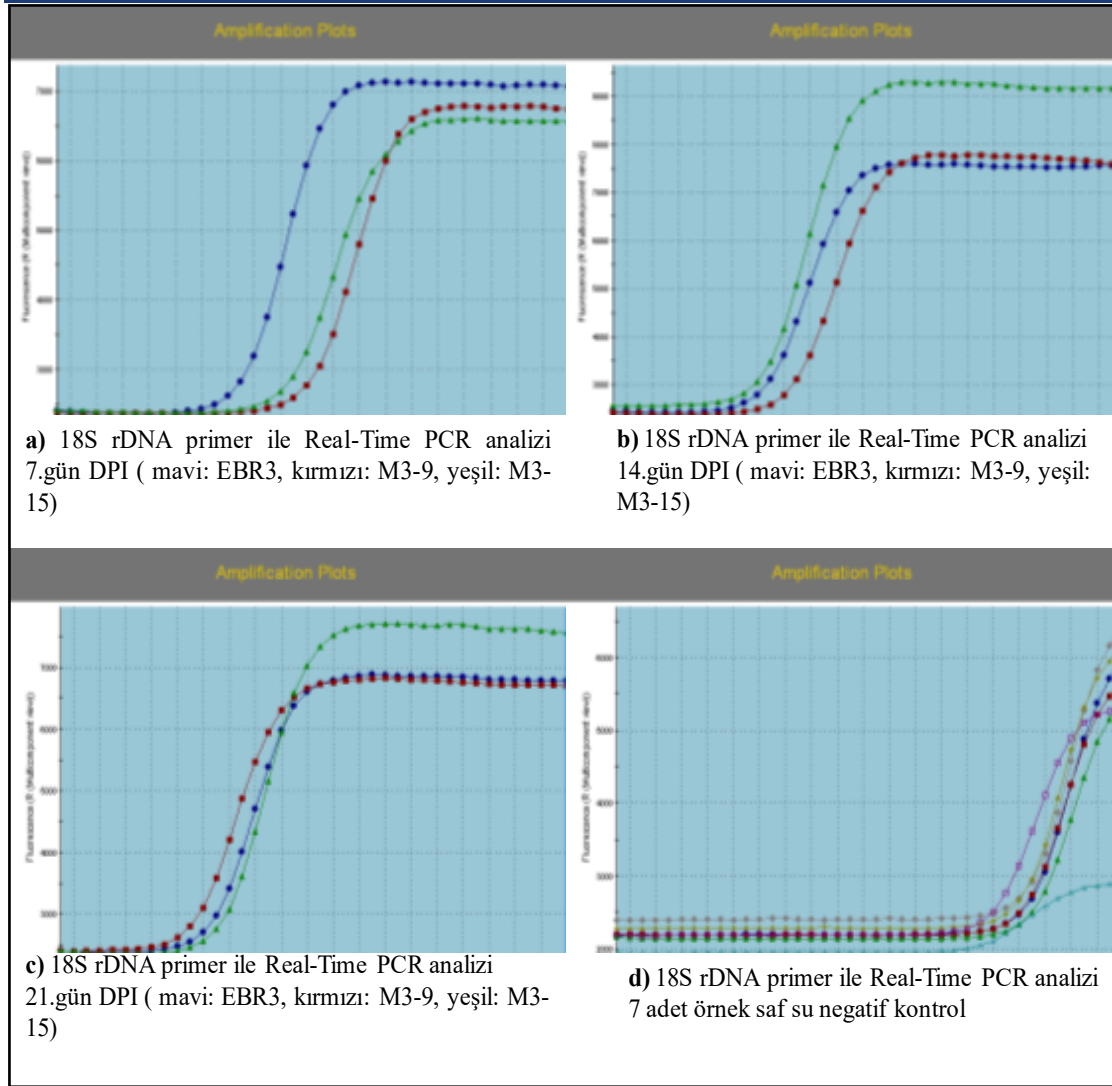
Figure 2. Real-Time PCR analyze results with PR1 primers.
Şekil 2. PR1 primerleri ile Gerçek Zamanlı-PCR analiz sonuçları



Şekil 3. PR1 primer ile Gerçek Zamanlı-PCR analiz sonuçları
Figure 3. Real-Time PCR analyze results with PR1 primers.



Şekil 4. 18S rDNA primer ile Gerçek Zamanlı-PCR analiz sonuçları
Figure 4. Real-Time PCR analyze results with 18S rDNA primers.



Şekil 5. 18S rDNA primer ile Gerçek Zamanlı-PCR analiz sonuçları
 Figure 5. Real-Time PCR analyze results with 18S rDNA primers.

4. Sonuç

Gerçekleştirilen bu çalışma ile *PR1* genlerinin kodladığı PR1 proteinlerinin dayanıklı M3-9 ve M3-15 mutant bitkilerinde hızlı, etkin ve spesifik olarak oluştuğu ortaya konmuştur. Hassas orijinal NCEBR3 bitkilerinde ise PR1 proteinlerinin oluşumu ancak inokulasyondan sonraki 4. günden sonra gerçekleşmektedir. Belirtilen bu süreye kadar konukçu hücrelerinden beslenerek hücreler arası bölgede kolonize olan ve hızla çoğalan bakteriyel *Cmm* patojen izolatlarını PR1 proteini kontrol edememektedir. Buna karşın ümitvar dayanıklı M3-9 ve M3-15 mutantlarında dayanıklılık gen(ler)i tarafından kontrol edilen savunma mekanizmasının bulunduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar *Arabidopsis thaliana* model bitkisinde kabak ve domates külleme hastalık etmenlerini kontrol eden *RPW8* geninin kodladığı PR1 proteinlerinde de bulunmuştur (Xiao ve ark., 2005). Özellikle bu çalışmalarda PR3 (chitinase) ve PR5 (tomatin benzeri: thaumatin like) enzimatik aktiviteye sahip proteinlerin inokulasyondan hemen sonra *RPW8* geni içeren *Arabidopsis* bitkilerinde oluşmaya başladığı ve inokulasyondan sonraki 4. günde hassas bitkilerdeki PR3 ve PR5 protein seviyelerinin dayanıklı bitkilerdeki seviyeden daha fazla olduğu bulunmuştur (Xiao ve ark., 2001; Xiao ve ark., 2003; Xiao ve ark., 2005).

Cmm2 hastalık etmenine karşı dayanıklı M3-9 ve M3-15 domates bitkilerinden elde edilen bitki ekstraktları Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografi (HPLC) sisteminde karşılaştırmalı analizleri yapılarak klorjenik asit ve rutin hidratin dayanıklı bitkilerde hassas NCEBR3 bitkilerine göre sırasıyla 6.7 ve 13 kat daha yüksek olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmada bulunan klorjenik asit ve rutin hidrat kimyasallarının artışı Bayan (2011) ve bu çalışmadan elde edilen PR1 proteinlerinin dayanıklı mutant bitkilerinde hızlı ve aniden üretilmesi ile örtüşmektedir.

Bu durum bitkilerde dayanıklılık genleri tarafından üretilen sekonder metabolitler ve patojenle ilgili özel proteinlerin, bakterilerin inokulasyonundan hemen sonra devreye girdiğini göstermektedir. Nitekim Osbourne (2010a; 2010b)'un çalışmalarında dayanıklılık geni tarafından kontrol edilen sekonder metabolitlerin gen kümeleri tarafından kontrol edildiğini ve bu gen kümelerinin dayanıklılık geni tarafından yönetildiğini ortaya koymaktadır. Bu öngörüye paralel olarak gerek Çalış ve ark. (2012) 'nın M3-9 ve M3-15 bitkilerindeki kimyasal sekonder metabolitlerdeki artış gerekse bu çalışmada ortaya konan PR1 proteinlerindeki artışı kontrol eden gen(ler)in varlığını işaret etmektedir. Bir diğer ifadeyle M3-9 ve M3-15 bitkilerinde dayanıklılığı kontrol eden genler savunma mekanizmasını aktive ederek sekonder metabolit diye bilinen kimyasal maddeler ile patojene karşı özel üretilen PR1 proteinlerini oluşturmaktadırlar.

Halen devam eden çalışmalar ile M3-9 ve M3-15 bitkilerindeki dayanıklılık gen(ler)i ilginç bir şekilde aynı yerde haritalanmış olup bunların altında PR1 proteini ve sekonder metabolitlerin üretilmesini kontrol eden dayanıklılık gen(ler)inin yapılarının bulunduğu anlaşılmaktadır. Dayanıklılık genlerinin haritalanma çalışmalarının yapıldığı kromozom üzerinde 30 kadar dayanıklılık geninin olduğu belirlenmiştir (Özer Çalış, Yayımlanmamış Bilgi).

Teşekkür

Bu çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi tarafından TOĞÜBAP.2013/117 Nolu Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

Kaynakça

- Agrios, G. N. (2007). Plant Pathology. Fifth Edition Elviesier Academic Press, London
- Alvarez, A. M. (2004). Integrated approaches for detecion of plant pathogenic bacteria and characterization of a codominant marker linked to root-knot nematode resistance and diagnosis of bacterial diseases. *Annal Reviews of Phytopathology* 42: 339-366
- Anonim (2021a). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://www.faostat.fao.org>, (Erişim tarihi: 24.02.2021)
- Anonim (2021b). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <http://www.tuik.gov.tr>, (Erişim tarihi: 24.02.2021)
- Anonim (2013). Plate Count Agar Tryptone Glucose Yeast Agar Protocol, http://www.oxid.com/UK/blue/proddetail/proddetail.asp?pr=C_M0325&cat=&sec=1 (Erişim tarihi: 18.11.2013).
- Anonim (2014a). Qiagen Rneasy Plant Mini Kit Quick Start Protocol, <http://www.qiagen.com/handbooks>, (Erişim tarihi: 16.02.2014)
- Anonim (2014b). Takara Bio Inc. Primescript Reverse Transkriptase Protocol, <http://www.clontech.com/takara/NL/Products>, (Erişim tarihi: 08.03.2014).
- Anonim (2014c). Bio-Rad SYBR Green Real-Time PCR Mixture Preparation and Thermal Cycling Protocol, <http://www.bio-rad.com>, (Erişim tarihi: 08.09.2014).
- Bayan, Y. (2011). *Domates bakteriyel kanser hastalığı (Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis)'na dayanıklı ve hassas bitkilerde fenolik maddelerin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi) Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat
- Bergüzar, S., Yanar, Y. ve Aysan Y. (2018). Tokat ilinde domates bakteriyel solgunluk hastalığı'nın (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) epidemiyolojisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 15(03) 9-16
- Çalış, Ö., Bayan, Y. ve Çelik, D. (2012). Characterization of resistant tomato mutants to bacterial canker disease. *African Journal of Biotechnology* Vol 11, No:32
- Çalış, Ö., Saygı, S., Çelik, D. ve Bayan, Y. (2013). Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığına dayanıklılık ve ters genetik. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26(1): 5-10
- Çetinkaya-Yıldız, R. (2007). *Domates bakteriyel solgunluk hastalığı etmeni (Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis (smith) davis et. al.)'nin tanılanması ve bitki büyüme düzenleyici rizobakteriler ile biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması*. (Doktora Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Dorak, M. T. (2006). Real-Time PCR. Taylor and Francis Group MPG Books Limited, Cornwall
- Karut, ř. T., Horuz, S. ve Aysan, Y. (2019). Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*' in tohumda aranması ve farklı tohum uygulamalarının hastalık gelişimi üzerine olan etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16(3) 285-296
- Nash, A. F. ve Gardner, R. G. (1988). Tomato early blight resistance in a breeding line derived from *Lycopersicon hirsutum* P. I. 126445. *Plant Disease* 72: 206-209
- Osborn, A. (2010a). Secondary metabolic gene clusters: evolutionary toolkits for chemical innovation. *Trends in Genetics* 26: 449-457
- Osborn, A. (2010b). Gene clusters for secondary metabolic pathways: an emerging theme in plant biology. *Plant Physiology* 154: 531-535
- Robert-Seilaniantz, A., Navarro, L., Bari, R. ve Jones, J. D. G. (2007). Pathological hormone imbalances. *Current Opinion in Plant Biology* 10: 372-379
- Uknes, S., Mauch-Mani, B., Moyer, M., Potter, S., Williams, S., Dincher, S., Chandler, D., Slusarenko, A., Ward, E. ve Ryals, J. (1992). Acquired resistance in Arabidopsis. *American Society of Plant Physiologists The Plant Cell* 4: 645-656
- Yun, B. W. ve Loake, G. J. (2002). Plant defence responses: current status and future exploitation. *Journal of Plant Biotechnology* 4:1-6
- Wang, W., Devoto, A., Turner, J. G. ve Xiao, S. (2007). Exression of the membrane-associated resistance protein RPW8 enhances basal defence against biotrophic pathogens. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 20: 966-976
- Xiao, S., Ellwood, S., Calis, O., Patrick, E., Li, T., Coleman, M. ve Turner, J. G. (2001). Broad- Spectrum mildew resistance in *Arabidopsis thaliana* mediated by RPW8. *Science* 5501: 118-120
- Xiao, S., Brown S., Patrick, E., Brearley, C. ve Turner, J. G. (2003). Enhanced transcription of the *Arabidopsis* disease resistance genes RPW8.1 and RPW8.2 via a Salicylic Acid dependent amplification circuit is required for hypersensitive cell death. *American Society of Plant Biologists The Plant Cell* 15: 33-45
- Xiao, S., Calis, O., Patrick, E., Zhang, G., Charoenwattana, P., Muskett, P., Parker, J. E. ve Turner, J. G. (2005). The atypical resistance gene RPW8 recruits components of basal defence for powdery mildew resistance in *Arabidopsis*. *Plant Journal* 42: 195-110


Beyşehir Gölü Milli Parkında Seyahat Maliyetini Etkileyen Faktörlerin Analizi


Analysis of Factors Affecting Travel Costs in Beyşehir Lake National Park


Zuhal KARAKAYACI^{1*}, Özer KARAKAYACI², Ahmet Tuğrul POLAT³**Öz**

Milli parklar sahip olduğu doğal, kültürel ve tarihi değerlerle rekreasyonel ve turizm amaçlı olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'nin ikinci büyük milli parkı olan Beyşehir Gölü Milli Parkı da farklı zenginliklerle birçok insanın ziyaret ettiği yerlerden biridir. Milli parklar rekreasyon ve turizm amacıyla kullanıldığında, kullanıcılara bir maliyet getirmektedir. Seyahat, bir rekreasyonel faaliyet için tamamlayıcı bir nitelik taşımaktadır, çünkü bu faaliyetin gerçekleşebilmesi için söz konusu alana seyahat etmek gerekmektedir. Bu kapsamda, çalışmada Beyşehir Gölü Milli Parkı'nın seyahat maliyeti ve buna etki eden faktörleri incelenmiştir. Beyşehir Gölü Milli Parkı içinde bulunan çeşitli rekreasyon yerleri için ortalama seyahat maliyeti 252.97 TL, kişi başına düşen seyahat maliyeti 74.93 TL olarak hesaplanmıştır. Seyahat maliyetini etkileyen faktörleri incelemek için ziyaretçilerin seyahat maliyetleri yarı logaritmik regresyon modeliyle analiz edilmiştir. Bağımlı değişken seyahat süresince yapılan harcamaların toplamından oluşmakta, seyahat maliyetini etkileyen faktörler olarak, yaş, eğitim, medeni durum, gelir, geliş sıklığı, geliş amacı, geliş mesafesi gibi değişkenler alınmıştır. Analizlerde kullanılan; gelir, eğitim durumu, medeni durumun "evli" olması, parka bir defadan fazla gelmiş olma, parka geline mesafe, parkı ziyaretin esas amaç olması ve parkta geçirilen zaman faktörleri ile seyahat maliyeti arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Yaş, parka geliş sıklığı ve parka şahsi araçla ulaşım sağlamış olma faktörleriyle seyahat maliyeti arasında ise negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Seyahat maliyeti analizlerinde bu faktörlerin ele alınması rekreasyon amacıyla kullanılan alanların ekonomik anlamda değerlendirilmesinde yarar sağlayacaktır. Bir ülkenin önemli doğal kaynağı olan milli parkların ekonomik olarak ta değerlendirilerek milli gelire katkı sağlaması gerçekleştirilmelidir. Bu amaçla, milli parkları turizm faaliyetleri açısından sürdürülebilir hale getirecek çalışmalar doğayı koruyarak yapılmalıdır. Bu çalışmada tespit edilen seyahat maliyetini etkileyen faktörler de dikkate alınarak ilgili birimler tarafından programlar planlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Milli park, Beyşehir, Seyahat maliyeti, Rekreasyon, Turizm

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author** Zuhal KARAKAYACI, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Konya Türkiye. E-mail: zkarakayaci@gmail.com  OrcID: 0000-0003-2933-5608.

² Özer KARAKAYACI, Konya Teknik Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Konya Türkiye. E-mail: karakayaci@ktun.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9001-4163.

³ Ahmet Tuğrul POLAT, Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Konya Türkiye. E-mail: atpolat@selcuk.edu.tr  OrcID: 0000-0002-0980-3243.

Atıf/Citation: Karakayacı Z., Karakayacı Ö., Polat A.T. Beyşehir Gölü Milli Parkında Seyahat Maliyetini Etkileyen Faktörlerin Analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 132-144.

Abstract

National parks are used for recreational and tourism purposes with their natural, cultural and historical values. Turkey's second largest national park, the Beyşehir Lake National Park is one of the places visited by many people with different wealth. When national parks are used for recreation and tourism, they bring a cost to the users. Travel carries a complementary quality for a recreational activity, because it is necessary to travel to these areas for realization of these activities. In this context, the travel cost of Beyşehir Lake National Park and the factors affecting it were examined in this study. The average travel cost for various recreation places in the Beyşehir Lake National Park was calculated as 252.97 TL and the per capita travel cost was calculated as 74.93 TL. In order to examine the factors affecting travel costs, travel costs of visitors were analyzed using a semi-logarithmic regression model. The dependent variable consists of the sum of the expenses made during the travel, and variables such as age, education, marital status, income, arrival frequency, arrival purpose and arrival distance were taken as factors affecting travel costs. There is a positive relationship between the factors of income, education, marital status being "married", having been to the park more than once, the distance to the park, the main purpose of visiting the park and the time spent in the park and the travel cost. A negative relationship was found between the age, the frequency of coming to the park and the factors of having access to the park by personal vehicle and the travel cost. Addressing these factors in travel cost analysis will be beneficial in the economic evaluation of the areas used for recreation. National parks, which are an important natural resource of a country, should be economically evaluated and contribute to the national income. For this purpose, activities should be carried out in order to make sustainable the national park in terms of tourism activities by protecting nature. Programs should be planned by the relevant units, taking into account the factors affecting the travel cost determined in this study.

Keywords: National park, Beyşehir, Travel cost, Recreation, Tourism

1. Giriş

Sosyal ve ekonomik nedenlerden dolayı kentsel alanlar cazibe merkezi haline gelmiştir. Öte yandan yoğun yapılaşma baskısı altındadır. Kentleşme sürecinde kentsel alanlarda yeşil alan ihtiyacının karşılanması kent ekolojisi ve sosyolojisi açısından önem arz etmektedir (Erduran Nemetlu, 2016). Bununla birlikte, dünyada nüfusun artması ve sanayileşmenin gelişmesiyle doğal kaynakların bilinçsizce kullanımı, bu kaynakların korunması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu kapsamda korumaya alınan doğal kaynakların başında Milli Parklar gelmektedir. Türkiye'deki milli ve milletlerarası değerlere sahip milli park, tabiat parkı, tabiat anıtı ve tabiat koruma alanlarının belirlenmesi, korunması, geliştirilmesi ve yönetilmesi ile ilgili hazırlanan 1983 tarih ve 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında Milli Park "bilimsel ve estetik bakımından, milli ve milletlerarası ender bulunan tabii ve kültürel kaynak değerleri ile koruma, dinlenme ve turizm alanlarına sahip tabiat parçaları" olarak tanımlanmaktadır. Milli park kavramının ortaya çıkmasına neden olan temel etken doğal, tarihi ve kültürel değerlerin korunması ihtiyacı olmuştur.

Milli parklar doğal bitki örtüsü, biyoçeşitlilik, farklı canlı türleri, jeolojik oluşumlar, tarihi yapılar, arkeolojik yapılar, mimari ve kültürel yapılar itibarıyla özgün değere sahip doğal kaynaklardır. Bu yapıyı itibarıyla ulusal ve uluslararası boyutta rekreasyonel ve turizm amaçlı ilgi görmektedir. Milli parklar, geleneksel olarak doğal alanın korunması ve herhangi bir müdahaleye konu olmaması vurgusu üzerine tanımlanırken, son yıllarda milli parklar yerli ekonomik sürdürülebilirliğini destekleyen önemli bir mekanizma olarak değişim yaşamıştır.

Milli parklar doğa yürüyüşü, bisiklet, dağcılık, piknik, kampçılık gibi birçok rekreasyon faaliyetini içinde barındırmaktadır. Rekreatif faaliyetlerin artmasıyla insanlar mekân tercihlerini de değiştirmeye başlamıştır. Bu değişimler sonucunda doğal ve kültürel değerler bakımından zengin olan milli parklara yönelimler de artmıştır. Dünyadaki birçok ülke bu yönelimleri değerlendirerek turizm etkinliklerini korunmuş alanlara yönlendirmektedir (Öztürk, 2004). Bu kapsamda, turizm amaçlı planlamalarda doğal kaynakların çekicilik özelliği yönlendirici bir rol oynamaktadır (Kiper ve ark., 2011). Rekreasyonel aktiviteleri içerisinde barındıran bu korunan alanlar, insanların kentleşmenin getirdiği yoğun yaşantıdan uzaklaşmasını sağlayarak refah artışını desteklemektedir (Şahbaz ve Altınay, 2015). Önemli destinasyon alanları oluşturan milli parklar doğru şekilde planlanıp yönetildiği takdirde sürdürülebilir turizm faaliyetleri gerçekleştirilerek çeşitli sosyal faydalar sağlamaktadır. Ayrıca ziyaretçi harcamalarından elde edilen kazançlar yöre halkına ve yerel ekonomiye katkıda bulunurken, aynı zamanda yöre halkının parkı benimseyip koruması karşılıklı fayda oluşturmaktadır (Çavuşoğlu ve Varlı, 2007; Şengöz, 2018). Bu kapsamda milli parklar toplum refahının sağlanmasında önemli katkılar sağlamaktadır.

Milli parklar rekreasyon ve turizm amacıyla kullanıldığında, kullanıcılara bir maliyet getirmektedir. Seyahat, bir rekreasyonel faaliyet için tamamlayıcı bir nitelik taşımaktadır, çünkü bu faaliyetin gerçekleşebilmesi için söz konusu alana seyahat etmek gerekmektedir. Bir rekreasyonel alanın değerinin en az ziyaretçinin yaptığı seyahat masraflarına eşit olduğu varsayılmaktadır (Bann, 1998). Bu seyahat masrafları ulaşım masraflarını, giriş ücretlerini, alanda yapılan masrafları ve tüketim gereçleri için harcanan paraları içermektedir. Rekreasyonel bir gezi için harcanan zamanın fırsat maliyetinin ve ulaşım giderlerinin, o gezinin seyahat maliyeti olduğu kabul edilmektedir (Ortaçşme ve ark., 1999). Bir rekreasyon alanını ziyaret eden birey, ziyaret süresi boyunca para kazanmaktan vazgeçmiş durumdadır. Bu nedenle vazgeçilen paranın maliyeti analize dahil edilebilir (Gürlük, 2006). Seyahat Maliyeti; sosyal alanları ziyaret edebilmek için ayrılan zaman ve paranın fırsat maliyeti olup, sosyal alanların talep düzeyini ve buna bağlı olarak değerini belirlemek için ziyaret süresinde gerçekleştirilen masrafların toplamına eşittir.

Çalışmada Türkiye'nin ikinci büyük milli parkı olan Beyşehir Gölü Milli Parkı'nın seyahat maliyeti ve buna etki eden faktörleri incelenmiştir. Milli Parkta, yerli ve yabancı turistler için rekreatif faaliyetler; dağ yürüyüşü, kırdaki gezinti, dağ bisikletiyle gezi ve piknik alanları, jeep safari güzergâhları, çadır ve karavanla kamp yapabilmek olanakları bulunmaktadır. Milli Parkta yapılabilen tüm aktiviteler; Olta balıkçılığı, Doğa Yürüyüşü, Çadırılı Kampçılık, Kaya tırmanışı, Bisiklet sporu, Fotoğrafçılık, Yayla Turizmi, Dağcılık, Piknik, Yaban Hayatı Gözlemciliği, Oryantiring (Anonim, 2019). Beyşehir'in turizm potansiyeli açısından bir diğer özelliği ise gün batımıdır. Güneş batarken Anamas Dağı ile Gölün birlikte oluşturduğu olağanüstü görünüm, renk ve batış süresi yönünden dünyada birinci sayılan grup içerisinde yer almaktadır. Beyşehir Gölü, Eşrefoğlu Camii, Karaburun Plajı, Yakamanastır Tabiat Parkı, Leylekler Vadisi, Yeşildağ Kamp Alanı, Kubad-Abad Selçuklu Saray Sitesi, Taş

Köprü, Beyşehir Kız Kalesi ve Adasını da içinde barındıran milli park birçok ziyaretçi için farklı rekreasyon faaliyetlerine uygun bir alandır.

Çalışma Alanı olan Beyşehir Gölü Milli Parkı Konya ve Isparta illeri sınırları arasında, İç Anadolu Bölgesi ile Toros Dağları arasında bir geçiş alanında yer almakta olup, Konya ili Beyşehir ilçesi sınırları içinde 86.855 hektarlık bir alanda bulunmaktadır. Beyşehir Gölü'nün bir kısmını kaplayan alan 11.01.1993 tarih ve 93/4020 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile Milli Park olarak ilan edilmiştir. Ancak, 27.11.2018 tarih ve 30608 Sayılı Resmi Gazete'de çıkan karar ile Milli Park sınırları revize edilmiş ve 82.156,77 hektar olarak değiştirilmiştir (DKMGM, 2019). Milli Park, Türkiye'nin en büyük tatlı su gölü olan Beyşehir Gölü'nün büyük bir bölümünü içine almaktadır. Göl içerisinde irili ufaklı 33 adet ada bulunmaktadır. Bazı adalarda Bizans manastırlarının bulunması inanç turizmi açısından önem kazanmaktadır. Ayrıca Milli Park sınırları içerisinde 588 adet bitki örneği toplanmış, 153 adet kuş türü belirlenmiş olup, ekolojik anlamda oldukça zengin olduğu görülmektedir.

Doğal, tarihi ve kültürel zenginlikleri olan Beyşehir Gölü Milli Parkı'nın mevcut rekreatif potansiyelinin ortaya konulabilmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Milli parkların önemli doğal zenginlikler olduğunun farkındalığını oluşturmayı amaçlamanın yanısıra seyahat maliyetini ve etkileyen faktörleri ortaya koyarak ilgili birimlerin bu farkındalığın oluşturulmasında gerçekleştirecekleri projelere yardımcı olmak hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmanın ana materyalini, amaca uygun olarak çalışma alanı olan Beyşehir Gölü Milli Parkı'nı ziyaret eden bireylerle yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ayrıca ilgili kamu kurum ve kuruluşlardan elde edilen ikincil verilerden ve konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalardan yararlanılmıştır.

Seyahat maliyetine etki eden faktörleri incelemek için ziyaretçilerin seyahat maliyetleri yarı logaritmik regresyon modeli ile analiz edilmiştir. Bağımlı değişken seyahat süresince yapılan harcamaların toplamından oluşmakta olup, seyahat maliyetini etkileyen faktörler olarak, yaş, eğitim, medeni durum, gelir, geliş sıklığı, geliş amacı, geliş mesafesi gibi değişkenler alınmıştır. Solikin ve arkadaşları tarafından (2019) Malezya ve Endonezya rekreasyon alanlarında yapılan çalışmada yaş, eğitim, gelir ve ziyaret sayısı seyahat maliyetini etkileyen faktörler olarak belirlenmiştir.

X ve Y değişkenlerinden herhangi biri geometrik diğeri de aritmetik seri özelliği taşıyorsa yarı-logaritmik modeller kullanılmaktadır. Bir diğere ifade ile parametreler arası nispi ve mutlak değişimlerin karşılaştırılması ve aralarındaki ilişki tespit edilmek isteniyorsa bu ilişki yarı-logaritmik modeller ile gösterilmektedir. Yarı logaritmik modele ilişkin denklem Eşitlik 1'de gösterilmiştir (Tari, 2010).

$$\ln Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + e \quad (\text{Eş. 1})$$

Modelde b_0 sabit katsayıyı ifade ederken, b_1 parametresi $\ln Y$ 'nin X 'e göre türevini verirken aynı zamanda X değişkeninde meydana gelen mutlak bir değişimin Y değişkeninde meydana getirdiği nispi değişimi de göstermektedir (Sarımışeli, 2000; Yavuz, 2009).

Anket yapılacak örnek sayısının belirlenmesinde Eşitlik 2'den yararlanılmıştır. N büyüklüğündeki sonlu bir popülasyon için, popülasyonun standart sapması yerine belli bir özelliği taşıyanların bilinen ya da tahmin edilen oranına (p) göre örnek hacmi belirlenmektedir (Oğuz ve Karakayacı, 2017).

$$n = \frac{N(p.q)}{(N-1)D^2 + (pq)} \quad (\text{Eş. 2})$$

N = Populasyondaki Birim Sayısı

n = Örnek Hacmi

p = İncelenen Olayın Gerçekleşme Olasılığı

q = İncelenen Olayın Gerçekleşmeme Olasılığı ($1-p$)

$D = (d/t)$ d = Kabul edilebilir hata, t = Belirli bir güven aralığı için t değeri

Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu Konya Doğa Turizmi Master Planına göre Beyşehir Gölü Milli Parkı ziyaretçi sayısı 100.000 olarak belirtilmiştir. Çalışmada, ziyaretçi sayısı popülasyonun birim sayısı olarak kabul edilmiştir. Parkın

ziyaretinde ücret ödenmesini kabul edenlerin oranı p, kabul etmeyenlerin oranı q olarak ele alınmıştır. Daha önce yapılan araştırmalardan ya da deneyimlerden p oranı hakkında herhangi bir tahmin olmadığı durumlarda p ve q oranları 0.5 olarak alınabilir (Oğuz ve Karakayacı, 2017). Bu çalışmada da p ve q oranları 0.5 olarak alınmıştır. Beşşehir Gölü Milli Parkı'nın seyahat maliyetini amaçlayan bu çalışmada %95 güven aralığı ve % 5 hata payı ile örnek hacmi 383 olarak belirlenmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Beşşehir Gölü Milli Parkı ziyaretçilerinin sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri *Tablo 1*'de verilmiş olup, araştırma kapsamındaki ziyaretçilerin %73.11'i erkek, %26.89'u kadınlardan oluşmaktadır. Araştırma alanı olan Beşşehir Gölü Milli Parkı'na gelen ziyaretçilerin çoğunlukla aileleriyle birlikte geldikleri belirlenmiştir.

Tablo 1. Ziyaretçilerin özellikleri

Table 1. Visitor characteristics

Cinsiyet	Sayı	Oran
Erkek	280	73.11
Kadın	103	26.89
Medeni Durum		
Bekâr	95	24.80
Evli	285	74.41
Diğer	3	0.78
Ailedeki Birey Sayısı		
1-3 Kişi	124	32.38
4-6 Kişi	251	65.54
7-9 Kişi	8	2.09
Yaş Grupları		
18-24 Yaş	51	13.32
25-34 Yaş	112	29.24
35-44 Yaş	120	31.33
45-54 Yaş	54	14.10
55-64 Yaş	32	8.36
65+ Yaş	14	3.66

Ziyaretçilerin öğrenim durumu *Tablo 2*'de verilmiş olup, %44.13'ü üniversite mezunu ve %6.01'i lisanüstü eğitime sahip kişilerden oluşurken, %26'sı lise, %15.14'ü ilkökul, %7.31'i ortaokul mezunudur. Ziyaretçilerin gelir durumu belli aralıklarla gruplandırıldığında %44.65 ile en yüksek oranla 2100-4000 TL aralığı ve %32.38 oranla 4100-6000 TL aralığı en büyük paya sahip gelir düzeyleridir. Nijerya'da Milli Parkın seyahat maliyeti ile ilgili yapılmış bir çalışmada (Osunsina ve Ajibola, 2017) ziyaretçilerin %79'unun 35 yaş altı, öğrenci ve bekar olduğu, tamamının yükseköğretim mezunu olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen veriler doğrultusunda, Beşşehir Gölü Milli Parkı ziyaretçilerinin genel profiline bakıldığında erkek, evli, 5 kişilik ailede yaşayan, 40 yaşında, üniversite mezunu ve 4000 TL aylık gelire sahip olduğu belirlenmiştir.

Milli parkı ziyaret eden bireylerin %33'ü kendilerine ait bir evde ikamet ederken, %67'si kiracı olarak ikamet etmektedir. Ayrıca ziyaretçilerin %66'sının evi bahçesizken, %34'ü bahçeli bir evde ikamet etmektedir. Bu oranlar yeşil alan ihtiyacı duyan kişilerin milli park ve benzeri alanları tercih ettiği çıkarımı ile örtüşmektedir.

Araştırma sahasında bulunan ziyaretçilerin %83'ü Konya ilinde ikamet etmektedir. Konya ilini %4 pay ile Antalya, %2'ser pay ile Ankara ve İzmir takip etmektedir. Ulaşılan sonuçlar ve anket esnasında edinilen bilgiler doğrultusunda Beşşehir Gölü Milli Parkı'nın yöresel olarak faaliyet gösterdiği belirlenmiş, bu duruma; uzak mesafeden ziyaretçi çekebilecek ölçüde tanınmaması, sahip olduğu değerlerin (yeşil alan dışında tarihi yapılar ve kamp, bisiklet, festival gibi faaliyetler) farkında olunmaması neden gösterilebilmektedir.

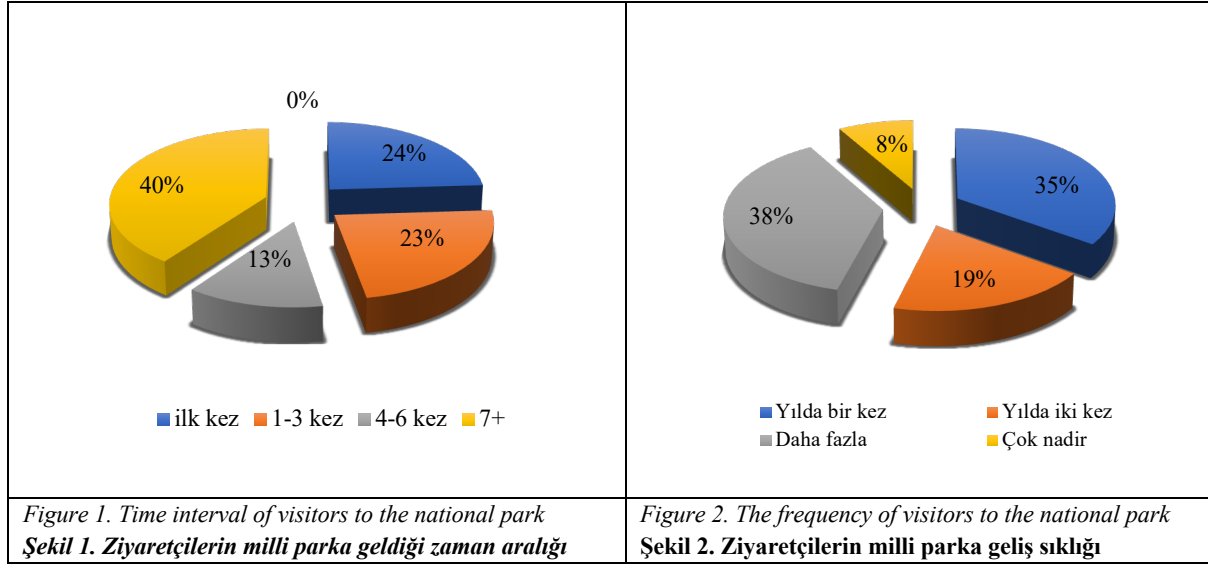
Tablo 2. Ziyaretçilerin öğrenim ve gelir durumu

Table 2. Education and income status of visitors

Öğrenim Durumu	Sayı	Oran
Okur-Yazar	2	0.52
İlkokul	58	15.14
Ortaokul	28	7.31
Lise	103	26.89
Üniversite	169	44.13
Lisansüstü	23	6.01
Gelir Durumu		
1000-2000 TL	26	6.79
2100-4000 TL	171	44.65
4100-6000 TL	124	32.38
6100-8000 TL	32	8.36
8100-10000 TL	18	4.70
10000+ TL	12	3.13

Ziyaretçilerin % 40'ının Beyşehir Gölü Milli Parkına yedi kez ve daha fazla kez geldikleri belirlenmiştir. Bu oran ziyaretçilerin %83'lük kısmının parkın yakın çevresinden gelmesi ile ilişkilendirilebilmektedir. %24'lük oran parka ilk kez gelen ziyaretçilere ve %23'lük oran ise 1-3 kez gelen ziyaretçilere aittir (Şekil 1).

Ziyaretçilerin %38'inin milli parka yılda iki seferden daha fazla geldiği ve %35'inin yılda bir kez ziyarette bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. %19'lük oran ise yılda iki kez ziyarette bulunan kişilere aittir (Şekil 2). Milli park sınırlarının yerleşim birimi içerisinde yer alması, ziyaret sıklığının nedeni olarak gösterilebilir.



Ziyaretçilerin %90'ının Beyşehir Gölü Milli Parkına daha sık gelmeye istekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada yer alan ziyaretçilerin %92'sinin çevrelerine milli parkı önerecekleri %8'inin ise önermeyecekleri sonucuna ulaşılmıştır.

Ziyaretçilerin %46'sı 51-100 km mesafeden, %19'u 101-200 km mesafeden, %15'i 0-30 km mesafeden, %12'si 200 km ve üzeri mesafeden ve %8'i 31-50 km mesafeden parka ulaşım sağlamıştır. Ziyaretçilerin milli parka ulaşım süreleri ortalaması 1.68 saat ve geldikleri mesafe ortalama 75 km olarak hesaplanmıştır. % 64'lük oranla 51-100 km arası mesafe Konya ili merkez ilçelerden gelen ziyaretçilerin oluşturduğu orandır. Ziyaretçilerin %90'ının milli parka kendi araçları ile ulaşım sağladığı görülmektedir.

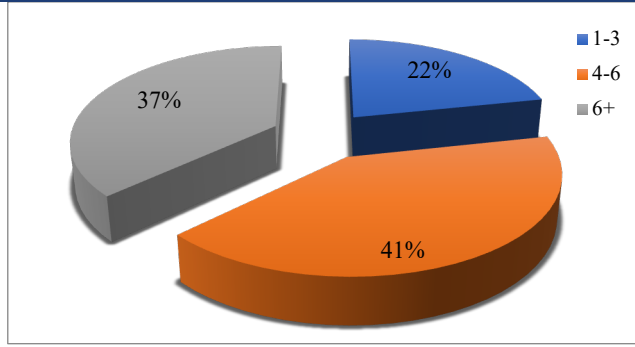


Figure 3. The number of people with whom the visitors come to the national park
Şekil 3. Ziyaretçilerin milli parka birlikte geldikleri kişi sayısı

Beyşehir Gölü Milli Parkını ziyaret eden kişiler %41'lik oranla 4-6 kişilik gruplardan oluşurken, %37'si 6 ve üzeri kişilik, %22'si 1-3 kişilik gruplarla ziyaretlerini gerçekleştirmiştir (Şekil 3). 4-6 ve 6 üzeri aralığının çok daha yüksek çıkması anket çalışmalarının %35.51'inin piknik alanı ve %27.94'ünün göl sahilinde yapılmış olmasıyla bağdaştırılmıştır. Ziyaretçilerin %62'si Beyşehir Gölü Milli Parkına aile bireyleriyle gelirken, %33'ü akrabalarıyla gelmeyi tercih etmiştir. Tur şirketleri ile gelen ziyaretçi oranının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Ziyaretçilerin Beyşehir Gölü Milli Parkında geçirdikleri ortalama saat 9.8'dir. Ortalama, Beyşehir Gölü Milli Parkının içinde barındırdığı ve farklı saat dilimlerinin geçirilebileceği alanlarda (piknik alanı, kamp alanı, tarihi alanlar ve sahil) yapılan anketler sonucunda hesaplanmıştır. Geçirilmesi planlanmış en kısa süre göl iskelesinde gezinti yapan bir ziyaretçiye ait yarım saatlik zaman dilimidir. En uzun dilim ise 61 gün Milli park sınırlarında bulunan kamp alanında konaklamayı planlamış ziyaretçiye aittir.

Milli parkın ilgi çeken değerleri incelendiğinde %49 oranıyla en çok ilgi çeken unsurun göl olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer değerler ise %31 ile bitki örtüsü, %12 ile tarihi değerler, %4 ile yaban hayatı ve yine %4 ile jeolojik yapı olarak sıralanmıştır. Seyahat maliyetinin belirlenebilmesi için parka ulaşım masrafları, yanında getirdikleri için yapılan masraflar ve park içerisinde yapılan masraflar toplanmıştır. Buna göre ortalama seyahat maliyeti 252.97 TL olarak belirlenmiştir (Şekil 4).

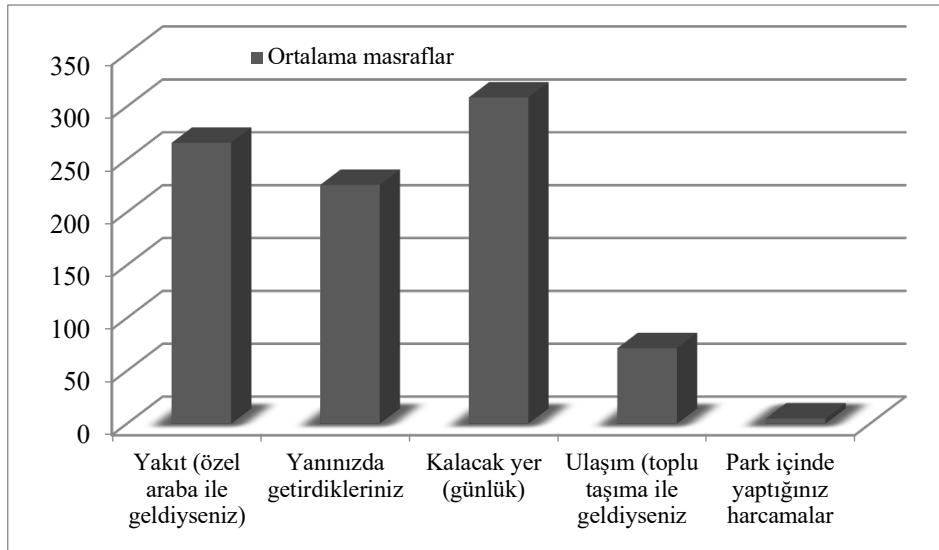


Figure 4. Visitors' average expenses during the trip
Şekil 4. Ziyaretçilerin gezi boyunca ortalama masrafları

Kişi başına düşen seyahat maliyetini tespit etmek için ise toplam seyahat maliyeti ziyaretçi grubunda bulunan birey sayısına bölünmüştür. Kişi başına düşen seyahat maliyeti 74.93 TL olarak belirlenmiştir. Kişi başına düşen

seyahat maliyetinin düşük çıkmasının nedeni Milli Park ziyaretçilerinin büyük oranda Beyşehir ilçesinden ve Konya ili yakın ilçelerinden geldiğinden ve grup sayılarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim Nijerya’da yapılan çalışmada da (Osunsina ve Ajibola, 2017) milli parka yakınlığın ziyaret oranını artırdığı, yüksek maliyetin ziyaret sayısını azalttığı sonucuna varılmıştır.

Beyşehir Gölü Milli Parkı sınırları içerisinde yer alan belirli noktalarda araştırma yoğunlaştırılmış olup, bu noktalara göre seyahat maliyetindeki değişim ortaya konulmuştur. Bu noktalar Eflatun Pınarı, Eşrefoğlu Cami, İskele, Kamp Alanı, Karaburun Plajı, Leylekler Vadisi, Sonsuz Şükran Köyü ve Yakamanastır Piknik Alanı olup, tarihi, kültürel, doğa turizmi olarak farklılık göstermektedir.

Eflatun Pınarı ve Sonsuz Şükran Köyü revizyon yapılmadan önce milli parkın sınırları içerisinde yer almakta iken, mevcut sınırları içerisinde bulunmadığı halde araştırma alanına dahil edilmiştir. Çünkü bu noktalar Beyşehir Gölü Milli Parkı ile özdeşleşmiş olup, milli parkı ziyarete gelen insanların buraları da ziyaret ettikleri görülmektedir. Beyşehir Gölü Milli Park ziyaret yerleri içerisinde en fazla masrafın yapıldığı yer kamp alanı (532 TL) olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Bunun nedeni, kamp alanında kalınan gün sayısının 2 gün ile 2 ay arasında değişmesidir. Eşrefoğlu Camisi Beyşehir ilçesi merkezinde yer almakta olup, yol masrafının da toplam masrafın da yüksek olmasının nedeni, ziyaret amacının esas amaç olmasından kaynaklanması ve ilçe dışından ziyaretçi sayısının fazla olmasındandır. En düşük masrafın ise İskele’de yapıldığı görülmektedir.

Tablo 3. Ziyaret yerlerine göre seyahat maliyeti
Table 3. According to the travel cost places to visit

Ziyaret Yeri	Yol Masrafı (TL)	Toplam Masraf (TL)
Eflatun Pınarı	78	179
Eşrefoğlu Cami	184	319
İskele	80	126
Kamp Alanı	94	532
Karaburun Plajı	92	250
Leylekler Vadisi	150	350
Sonsuz Şükran Köyü	102	229
Yakamanastır Piknik Alanı	88	285

Seyahat maliyetini etkileyen faktörlerin analizinde bağımlı değişken seyahat süresince yapılan harcamaların toplamından oluşmaktadır. Tahmin edilen seyahat maliyeti modelinin bağımsız değişkenler tarafından açıklanma gücü olan R^2 % 49.2 olarak belirlenmiştir. Bu değer istatistiki olarak % 1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. R^2 'ye (% 49) göre bağımlı değişkende meydana gelen değişmelerin % 49'u bağımsız değişkenler tarafından açıklanmaktadır (Tablo 4). Seyahat maliyetindeki değişmelerin yaklaşık % 51'i modelde yer almayan ve açıklanamayan değişkenler tarafından gerçekleşmektedir. Seyahat maliyeti için tahmin edilen modelin dw istatistiği 1.73 olup kritik değerlere göre (dl=1.46, du=1.90) model için otokorelasyon kararsız bölgede belirlenmiştir. Ancak otokorelasyon yatay kesit verileri ile yapılan analizlerde parametrelerin güvenilirliğini etkilemez. Bununla birlikte otokorelasyon parametresi (dw) kararsız bölgede belirlendiğinde alternatif yöntemlerle otokorelasyon varlığı araştırılır. Bu alternatiflerden birisini Gujarati önermiştir (Gujarati, 1999). Öneriye göre du kritik değerini dikkate alarak H_0 hipotezini test etmektir. Kararsız bölgedeki bir otokorelasyon parametresi için temel kriter du olarak alınır ve H_0 hipotezi red edilir. Ayrıca modelde yer alan değişkenlerin tamamı için varyans büyütme faktörü (VIF) belirlenmiş ve çoklu bağlantı problemi olmadığı tespit edilmiştir. Modelde değişen varyans problemi araştırılmıştır. Buna göre (p value < 0.05) değişen varyans problemi olmadığı belirlenmiştir. Model bu sonuçlara göre istatistiki ve ekonometrik olarak kullanılabilir ve sonuçların tutarlı ve etkin olduğu söylenebilir.

Seyahat maliyetini açıklamak için Beyşehir Gölü Milli Parkını ziyaret edenlerin demografik özellikleri, ziyaret faktörleri ve ziyaret yerlerinin özellikleri kullanılmıştır. Demografik faktörler olarak gelir, eğitim, yaş ve medeni durum değişkenleri modele dâhil edilmiştir. Gelir değişkeninin seyahat maliyeti üzerindeki etkisi pozitif olarak belirlenmiş olup istatistiki olarak % 1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur.

Yarı logaritmik modellerde değişkenlere ait parametreler matematiksel modelin kalıbına göre farklı yorumlanmaktadır. Bu çalışmada bağımlı değişkenin logaritması alınmıştır. Bağımsız değişkende meydana gelen

birim değişme bağımlı değişkeni parametre kadar oransal değiştirmektedir (Yayar ve Karaca, 2014; Güriş ve Akay, 2018).

Gelir değişkeni gruplandırılarak modele dâhil edilmiş olup her bir gelir grubuna göre seyahat maliyetindeki artış % 3.6 olarak belirlenmiştir. Nitekim bu bulgu iktisadi teori açısından da anlamlıdır. Gelir-tüketim elastikiyeti pozitif olup gelir artışı kültürel harcamaları da beraberinde artırmaktadır. Bölgenin turizm gelirlerini artırmak amacıyla bu değişkenin sonuçları anlamlı olarak belirlenmiştir. Yüksek gelir gruplarının ilgisini çekecek turizm faaliyetlerinin düzenlenmesi önemlidir. Bu bağlamda Beyşehir Gölü Milli Parkı için turistik tanıtım faaliyetleri içerisinde yüksek gelirli gruplara ulaşılması ve buna göre programların hazırlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Modelde yer alan diğer bir değişken eğitim olup seyahat maliyeti üzerindeki etkisi pozitif olarak belirlenmiş ve bu değişkene ait katsayısı istatistiki olarak % 1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Eğitim değişkeni modele mezun olunan okul seviyesine göre dâhil edilmiştir. Buna göre eğitim seviyesi arttıkça seyahat maliyetlerinin % 3.5 olarak artacağı belirlenmiştir. Nitekim Beyşehir Gölü Milli Parkı sosyal ve kültürel amaçlı turistik alandır. Kültür turizmleri ile eğitim arasında yüksek bir korelasyon beklenmektedir. Buna göre eğitim seviyesinin artması kültürel alanların ziyaret sıklığını ve sayısını artırmakta ve bu durum seyahat maliyetlerine yansımaktadır. Kültür turizmi açısından Eşrefoğlu Camii, Eflatun Pınarı ve diğer kültür mirası alanların eğitilmiş gruplara tanıtımının bölgenin turizm gelirini artırmak açısından önemli olduğu söylenebilir.

Seyahat maliyetini etkileyen diğer bir faktör yaş değişkenidir. Ziyaretçilerin yaşlarının da seyahat maliyetlerini etkilediği belirlenmiştir. Ziyaretçilerin yaş gruplarındaki artışın seyahat maliyetini negatif etkilediği tespit edilmiştir. Bu değişkenin seyahat maliyetini etkilemesi istatistiki olarak % 10 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuca göre yaşlı nüfusun daha az harcama yaptığı belirlenmiştir. Yaşlı ziyaretçiler yakın mesafeden gelmekte ve ulaşım, konaklama ve diğer masraflar biraz daha az olmaktadır. Bu durum Ki kare analizi ile de test edilmiş (Chi-square:210) ve yaş değişkeni ile mesafe arasındaki ilişki % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Elde edilen bu sonuca göre Beyşehir Gölü Milli Parkı tanıtımlarında gençlere öncelik verilmelidir. Ayrıca gençler için sosyal ve kültürel aktiviteler, mekânlar ve diğer faaliyetlere önem verilmesi bölgenin turizm gelirlerini artıracaktır.

Ziyaretçilerin medeni durumunun seyahat maliyetlerini etkileyeceği düşünülerek modele dâhil edilmiştir. Bu değişkene ait katsayı pozitif olarak belirlenmiş olup % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Medeni durum değişkeni evli (1) ve bekâr (0) olarak modele alınmıştır. Elde edilen parametreye göre evli ziyaretçilerin bekâr olanlara göre % 8.9 oranında daha yüksek harcama yaptıkları belirlenmiştir. Ailece yapılan harcamaların daha fazla olması beklenen bir durumdur. Milli park içerisinde aileye yönelik konaklama, yemek, gezi ile birlikte diğer sosyal ve kültürel faaliyetlerin artırılması turizm gelirlerini artıracaktır.

Modelde yer alan diğer bir değişken grubu ise ziyaret faktörleridir. Ziyaret ile ilgili faktörlerin de seyahat maliyetini etkileyeceği düşünülmektedir. Bunlardan birincisi ziyaretçilerin Geliş yılı olarak tanımlanmış olup, ziyaretçilerin kaç yıldır Beyşehir Gölü Milli Parkı'nı ziyaret etmeye geldiklerini açıklamaktadır. Bu değişkenin seyahat maliyeti üzerindeki etkisi pozitif olarak belirlenmiş ve % 5 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Daha uzun yıllar Milli Parkı ziyarete gelenlerin harcamalarının daha fazla olduğu her yıl için harcama artışının ise % 2.5 olduğu belirlenmiştir. Bu parametre ile Milli Parkın ziyaretçileri cezbedici olduğu, onların güzel vakit geçirebildiklerini ve tekrar gelmek için donatıların olduğunu açıklamaktadır. Bu sonuçtan yola çıkarak ziyaretçilerin gelişlerini tekrarlayacak sosyal donatıların artırılmasının turizm gelirlerini artırmak açısından önemli olduğu söylenebilir.

Modelde yer alan diğer bir değişken ise Ziyaret Sıklığı olarak kabul edilmiştir. Ziyaretçilerin belirli bir zaman diliminde ne kadar sıklıkla geldiğini açıklamaktadır. Bu değişkene ait katsayı negatif olarak belirlenmiştir. Ayrıca istatistiki olarak % 10 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Gelme sıklığındaki artışın ziyaret başına harcamaları % 2.7 oranında azalttığı belirlenmiştir. Sık gelen ziyaretçilerin genel olarak Beyşehir Gölü Milli Parkına yakın yerlerden geldiği ve ulaşım, konaklama, yemek ve diğer harcamalarının daha az olduğu düşünülmektedir. Nitekim ziyaret sıklığı ile mesafe arasındaki ilişki Ki-Kare (Chi-square:113) analiziyle test edilmiş ve % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Alan çalışmaları süresince yapılan gözlemler bu sonuçları doğrulamaktadır. Yakın mesafeden gelen ziyaretçilerin özellikle park alanlarında fazla

harcama yapılmayan ögünlük yemek organizasyonu yaptıkları gözlenmiştir. Yakın bölgede yaşayanlar Beyşehir Gölü Milli Parkı özelliklerini bilmekte ve kullanmaktadırlar. Bu kullanım sıklığını artırmak ve yerel turizm potansiyelini geliştirmek için günü birlik kullanım alanlarını ve bölge insanına yönelik her mevsimin özelliklerine göre faaliyetlerin artırılması önemli görülmektedir.

Seyahat maliyetini etkileyen diğer bir faktör ise ziyaretçilerin bu parkı ziyaret etmek için geldikleri mesafedir. Bu parametrenin seyahat maliyeti üzerindeki etkisi pozitif olarak belirlenmiştir. Ziyaret mesafesi arttıkça birim başına seyahat maliyetinin % 10.8 oranında arttığı belirlenmiştir. Bu etki % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Seyahat mesafesinin uzamasının seyahat maliyetine pozitif etkisi anlamlı bulunmuştur. Nitekim seyahat masrafları seyahat maliyetinin bir bileşenidir. Seyahat masraflarının içerisinde yakıt ile birlikte toplu taşıma kullananlar için bilet ücretleri yer almaktadır. Bu durumda seyahat mesafesinin uzamaması seyahat maliyetini artıracaktır. Seyahat maliyetinin artması Beyşehir Gölü Milli Parkı ziyaret talebine olumsuz yansıtacaktır. Özellikle büyükşehirlerde seyahat acenteleri ile anlaşmalı olarak toplu organizasyon paketleri hazırlanmalı ve tanıtımları yapılmalıdır.

Ziyaretçilerin Beyşehir Gölü Milli Parkına gelme amaçlarının da seyahat maliyetini etkileyeceği varsayılmaktadır. Bu amaca yönelik olarak ziyaretçilerin Beyşehir Gölü Milli Parkını ziyaretlerinin temel amaç olup olmadığı anket uygulaması aşamasında belirlenmiştir. Seyahat başlangıç amacı Milli Parkı ziyaret olanlar için "1" ve diğerleri için "0" değeri verilerek kategorik değişken olarak modele dâhil edilmiştir. Bu değişkenin seyahat maliyeti üzerindeki etkisi pozitif olarak belirlenmiş olup, istatistiki olarak % 5 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlara göre seyahat başlangıç amacı Beyşehir Gölü Milli Parkı ziyareti olan ziyaretçilerin diğerlerine göre % 10.1 daha fazla harcama yaptıkları belirlenmiştir. Diğer ziyaretçilerin genel olarak Beyşehir Gölü Milli Parkının yol güzergâhında olması nedeniyle ziyaret ettikleri belirlenmiş olup, ziyaretçiler bu amaçla iki grupta değerlendirilmiştir. Ancak her iki grubun Milli Parkı ziyareti seyahat maliyeti ve bölgenin turizm geliri açısından önemlidir. Bu amaca yönelik olarak her iki grup ziyaretçilere yönelik faaliyetler, sosyal donatılar, ulaşım imkânları ve diğer faktörler geliştirilmelidir.

Seyahat maliyetini etkileyen en önemli faktörlerden biri seyahat aracı olarak düşünülerek modele dâhil edilmiştir. Nitekim bölgeden veya bölge dışından Milli Parkı ziyaretleri özel araçlar, toplu taşıma araçları ve farklı alternatiflerle olabilmektedir. Bu amaçla ulaşım araçları kendi araçları, kiralık araçlar, bireysel toplu taşıma araçları ve tur araçları olarak sınıflandırılmıştır. Bu değişkenin seyahat maliyeti üzerine etkisi negatif olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kendi araçları ile gelenlerin harcamalarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Değişkene ait katsayı % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Kendi aracıyla veya kiralık araçla gelenlerin seyahat maliyetleri yüksek belirlenmiştir. Bu harcamalar ulaşım maliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Ulaşım maliyetlerinin yüksek olması Milli Park gezi talebini olumsuz etkileyebilir. Toplu ziyaret organizasyonlarının düzenlenerek tanıtımının yapılması önemlidir.

Modelde yer alan diğer bir değişken ise ziyaretçilerin Milli Parkta geçirdikleri zamandır. Ziyaret aşamasında zamanın uzaması seyahat harcamalarını artıracığı düşünülmektedir. Bu amaca yönelik olarak saat birimi ile zaman değişkeni modele dâhil edilmiştir. Zaman değişkeninin seyahat maliyeti üzerindeki etkisi pozitif olarak belirlenmiştir. Ayrıca değişkene ait katsayı % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bu değişkenin seyahat maliyeti üzerindeki pozitif etkisi beklenen bir sonuçtur. Ziyaret zamanının uzaması konaklama, yemek ve diğer aktivitelere yapılan harcamaları artıracaktır. Bu amaca yönelik olarak ziyaretçilerin ziyaret saatlerini uzatabilecek faaliyet ve amaçların oluşturulması turizm geliri açısından önemlidir.

Beyşehir Gölü Milli Park alanında bulunan ziyaret yerlerine göre seyahat maliyetinin değişeceği düşünülerek her bir ziyaret yeri DUMMY değişkeni ile temsil edilerek modele dâhil edilmiştir. Milli Park alanı içerisinde yer alan ziyaret yerleri Kamp alanı, Eflatun pınarı, İskele, Karaburun Plajı, Sonsuz Şükran Köyü, Yaka Manastır ve Eşrefoğlu Camisi olarak belirlenmiş ve bu ziyaret yerlerinde ziyaretçiler ile anket uygulaması yapılmıştır. Ziyaret yerlerinin özellikleri birbirinden farklıdır. Böylece seyahat maliyetinin değişkenlik göstereceği düşünülmektedir. Nitekim Eşrefoğlu Camii, Eflatun Pınarı ve Sonsuz Şükran Köyü kültürel bir ziyaret alanı olup, Yaka Manastır, Kamp Alanı, İskele ve Karaburun Plajı ise sosyal mekânlardır. DUMMY değişkeni gözlem sayısının bir eksiği kadar modelde yer alabilmektedir. Ayrıca bir değişkeni referans olarak diğerleri ile karşılaştırma yapılmaktadır. Bu modelde Eşrefoğlu Camii seyahat maliyetleri referans değeri olarak kabul edilmiş ve diğerleri için parametre belirlenmiştir. Kamp alanındaki ziyaretçilerin referans ziyaret yeri olan Eşrefoğlu Camii ziyaretçilerine göre % 15

daha fazla harcama yaptıkları belirlenmiş olup, bu değer % 5 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4. Seyahat Maliyetini Etkileyen Faktörlerin Analizi
Table 4. Analysis of Factors Affecting Travel Costs

Değişken grupları	Değişkenler	Katsayılar	Katsayıların Standart Hatası	T istatistiği	Önem Düzeyi	VIF
	Sabit Katsayı	1.525	.121	12.559	.000	
	Gelir	.036	.010	3.549	.000	1.200
Demografik Özellikler	Eğitim	.035	.012	2.805	.005	1.384
	Yaş	-.021	.011	-1.875	.062	1.385
	Medeni Durum	.089	.031	2.903	.004	1.229
	Geliş Yılı	.025	.012	2.077	.039	1.311
	Ziyaret Sıklığı	-.027	.014	-1.937	.054	1.272
Ziyaret Faktörleri	Geliş Mesafesi	.108	.012	8.787	.000	1.215
	Geliş Amacı	.101	.042	2.431	.016	1.058
	Ulaşım Aracı	-.054	.016	-3.401	.001	1.163
	Geçirdiği Zaman	5.394E-06	.000	3.131	.002	1.080
	Kamp Alanı	.153	.064	2.382	.018	3.056
	Eflatun Pınarı	-.178	.099	-1.793	.074	1.421
Ziyaret Yerleri	İskele	-.239	.065	-3.690	.000	2.725
	Karaburun Plajı	.078	.060	1.299	.195	1.384
	Sonsuz Şükran Köyü	-.180	.108	-1.671	.096	1.385
	Yaka Manastır	.060	.058	1.027	.305	4.468

Karaburun plajı % 7.8 ve Yaka Manastır % 6 Eşrefoğlu camisi ziyaretçilerine göre daha fazla harcama yaptıkları belirlenmiştir. Eflatun Pınarı (% 17), İskele (% 23) ve Sonsuz Şükran köyü (% 18) ziyaretçileri ise Eşrefoğlu camisi ziyaretçilerine göre daha az harcama yaptıkları belirlenmiştir. İskele haricindeki sosyal alanlarda ziyaretçiler kültürel alanlara göre daha fazla harcama yapmaktadırlar. Bu sonuca göre sosyal alanların ziyaretçileri cezbetme potansiyelinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Sosyal alanların fazla ve yüksek faaliyet içermesi turizm gelirlerini artırma açısından önemli görülmektedir.

Ayrıca kültürel alanların sosyal alanlara göre daha az ilgi çekmesi veya daha az harcama yapılması ziyaretçilerin eğitim seviyesi ile açıklanabilir. Ayrıca ziyaretçilerin eğitim seviyelerinin karşılaştırılması ile birlikte dünya miraslarını içerisinde barındıran Türkiye'nin yerli ve yabancı turizminin istenilen seviyede olmamasını da açıklamaktadır. Özellikle kültürel miras yapıları taşra bölgelerinde zengin bir biçimde yer almaktadır. Kırsal turizmle birlikte desteklenmesinin yerli ve yabancı turizm gelirini artıracığı düşünülmektedir. Nitekim kültürel turizm ile eğitim seviyesi arasında bir ilişki olduğu bilinmekte olup, bu çalışma için eğitim ve ziyaret yerleri arasındaki ilişki Ki Kare analizi ile test edilmiş (Chi-square:253) olup % 1 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.

Milli parklarda yapılan ekonomik çalışmalar, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini ve koruma planlarını sağlamak için sosyal ve ekonomik yöneticilere yol gösterici niteliktedir (Pirikiya ve ark., 2016). Araştırma alanı olan Beyşehir Gölü Milli Parkı'nın mevcut potansiyeli hakkında farkındalık oluşturabilmek için ilgili birimlerin turizm potansiyelini artırmak, ulusal ve uluslararası daha fazla tanınırlığını sağlamak için gerekli düzenlemeleri yapması gerekmektedir. Milli parkların yönetiminde, bu alanlar için ayrılan bütçelerde seyahat maliyeti analizlerinin katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bazı çalışmalarda (Solikin ve ark., 2019; Osunsina ve Ajibola, 2017) milli parkların korunması ve böylece toplumun faydasının artması için milli park giriş ücretlerinin artırılması gerektiği önerilmektedir. Bu tür önlemler, korunan alanları daha değerli kılacak ve önemini artıracaktır.

4. Sonuç

Milli parklar, doğal yapının korunması ile çevresel bir role sahipken, yerel ve buna bağlı olarak ülkesel ekonominin sürdürülmesinde de etkin pay almaktadır. Doğal yapısının yanında kültürel ve tarihi yapıları içermesi turizm potansiyeli açısından ön plana çıkmaktadır. Bu yönüyle toplumun refah düzeyini artırıcı sosyal fayda sağlamakta olup, ekonomik anlamda değerlendirilmesi gereken doğal kaynaklardır.

Çalışmada, rekreasyon ve turizm amacıyla kullanılan ve çok çeşitli aktivite potansiyeline sahip Beyşehir Gölü Milli Parkı'nı ziyaret için yapılan seyahat maliyeti hesaplanmış ve etkileyen faktörler analiz edilmiştir. Beyşehir Gölü Milli Parkı içinde bulunan çeşitli rekreasyon yerleri için ortalama seyahat maliyeti 252.97 TL, kişi başına düşen seyahat maliyeti 74.93 TL olarak hesaplanmıştır. Seyahat maliyetini etkileyen faktörler yarı logaritmik regresyon modeli ile analiz edilmiştir. Analizlerde kullanılan; gelir, eğitim durumu, medeni durumun "evli" olması, parka bir defadan fazla gelmiş olma, parka gelinen mesafe, parkı ziyaretin esas amaç olması ve parkta geçirilen zaman faktörleri ile seyahat maliyeti arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Yaş, parka geliş sıklığı ve parka şahsi araçla ulaşım sağlamış olma faktörleriyle seyahat maliyeti arasında ise negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca milli park sınırları içerisindeki sosyal alanların seyahat maliyetinin kültürel alanlara göre fazla olduğu, bu nedenle sosyal alanların daha fazla getiri sağladığı ve sağlayabilecek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlardan yola çıkarak her bir unsur üzerinden Beyşehir Gölü Milli Parkının gelişimi ve sürdürülebilirliği açısından politikalar geliştirmek mümkün hale gelmiştir. Milli Parkın mevcut yapısına uygun doğa sporlarının yaygınlaştırılması, ekoturizm faaliyetlerinin artırılması, Milli Park çevresindeki kırsal ekonomiyi kalkındırma adına faaliyetlerin yürütülmesi gibi uygulamaları geliştirmeye yönelik politikalar gerçekleştirilmelidir.

Araştırma bulguları sonucu sağlanmış edinimlere göre, Beyşehir Gölü Milli Parkı ülkemiz milli parkları içinde tarihi, doğal ve sosyal değerleri bir arada barındıran yüksek turizm potansiyeline sahip bir milli parktır. Ancak bu potansiyel tam anlamıyla değerlendirilememekte ve parkın değerleri sürdürülebilir olarak kullanılmamaktadır. Milli parkın korunması ve tanıtılması için yöre halkının bu doğrultuda bilinçlendirilmesi en büyük gerekliliklerden bir tanesidir.

Beyşehir Gölü Milli Parkının katı bir anlayışla korunması, turizme yönelik gelişmeleri kısıtlamaktadır. Bu nedenle, Beyşehir yerleşmesinin milli parktan sosyal ve ekonomik anlamda faydalanabilmesi için yenilikçi ve uygulanabilir bir yönetim sisteminin kurulması kaçınılmazdır. Bunun için tüm Beyşehir'de tüm paydaşların ortak hedef çerçevesinde işbirliği yapacağı bir mekanizmanın geliştirilmesi gerekmektedir. Bölgede yerel kaynakları harekete geçirecek çeşitli projelerin ortaya konulması ve sosyal-beşeri sermaye potansiyelini arttırmaya yönelik çabalar, milli parkın yerel kalkınma için önemli bir unsura dönüştürülme sürecinde aşılmaz görünen işbirliğine karşı çok sayıda engel ortadan kalabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 218K315 numaralı projeden türetilmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Anonim, (2019). <https://www.beysehirto.org.tr/cografyasi/>
- Bann, C., (1998). The Economic Valuation of Tropical Forest Land Use Options: A Manual for Researchers. Economy and Environment Program for Southeast Asia Report Series.
- Çavuşoğlu, M., Varlı, R. (2007). Ekoturizm ve Bayramiç Yöresine Yönelik Yeni Bir Tanıtım Stratejisi, *Bayramiç Sempozyumu*, Çanakkale DKMGM, (2019). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, <http://www.milliparklar.gov.tr/korunan-alanlar/milli-parklar>
- Erduran Nemutlu, F. (2016). Çanakkale 500. yıl parkının peyzaj tasarımı ve sosyo-kültürel olanakları açısından irdelenmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(3): 48-59.
- Güriş, S., Akay-Çağlayan, E. (2018). Ekonometri Temel Kavramlar. Sf.290, 5.Baskı, Der Yayınları, İstanbul.
- Gujarati, D.N. (1999). Temel Ekonometri, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Gürlük, S. (2006). *Manyas Gölü ve Kuş Cenneti'nin çevresel değerlemesi üzerine bir araştırma*. (Doktora Tezi) Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı., Bursa:
- Kiper, T., Özyavuz, M., Korkut, A. (2011). Doğal peyzaj özelliklerinin kırsal turizm gelişimine etkisi: Tekirdağ İli Şarköy İlçesi örneği, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(3): 22-34.
- Oğuz, C., Karakayacı, Z. (2017). Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Metodolojisi, As Atlas Akademi, Konya.
- Ortaçşme, V., Özkan, B., Karagüzel, O. (1999). Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkının Ekonomik Değerinin Saptanması, TÜBİTAK Proje No: 25, Antalya.
- Osunsina, I.O.O, Ajibola, K.T. (2017). Travel cost analysis of tourist visits to Okomu National Park, *Nigeria.Nigerian Journal of Wildlife Management*, 1(1), 111-116.
- Öztürk, S. (2004). Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.
- Pirikiya, M., Amirnejad, H., Oladi, J., Ataie Solout, K. (2016). Determining the recreational value of forest park by travel cost method and defining its effective factors, *Journal of Forest Science*, 62(9), 399-406.
- Sarımşeli, M. (2000). Ekonometri El Kitabı. Birinci Baskı, Gazi Kitabevi Ankara.
- Solikin, A., Rahman, R.A., Saefrudin, E., Suboh, N., Zahari, N.H., Wahyudi, E. (2019). Forest valuation using travel cost method (TCM): cases of Pahang national park and Srengseng Jakarta urban forest. *Journal of Malaysian Institute of Planner*, 17(1),365-376.
- Şahbaz, R. P., Altınay, M. (2015). Türkiye'deki milli parkların rekreasyon faaliyetleri açısından değerlendirilmesi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3(3), 125-135.
- Tari, R. (2010). Ekonometri. Umuttepe Yayınları, Kocaeli.
- Şengöz, Ş. (2018). *Sürdürülebilir turizm kapsamında Dikili'nin ekoturizm potansiyelinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ekoturizm Anabilim Dalı, İzmir.
- Yavuz, S. (2009). Regresyon analizinde doğrusala dönüştürme yöntemleri ve bir uygulama, *Ataturk University Journal of Economics & Administrative Sciences*, 23(1),165-179.
- Yayar, R., Karaca, S.S. (2014). Konut fiyatlarına etki eden faktörlerin hedonik modelle belirlenmesi: TR83 bölgesi örneği, *Ege Akademik Bakış*, 14(4), 509-518.

Çukurova Yöresi Koşullarında Bazı Buharlaştırma Modellerinin Performanslarının Değerlendirilmesi


Assessment of the Performance of Some Evaporation Models Under Çukurova Region Conditions

Deniz Levent KOÇ

Öz

Buharlaştırma, su döngüsünün anahtar bileşenidir. Buharlaştırma miktarının belirlenmesinin; su kaynaklarının yönetimi, su varlığının belirlenmesi, sulama programlaması ve çevresel modelleme çalışmalarında çok önemli bir yeri vardır. A sınıfı buharlaştırma kapları açık su yüzeyi buharlaşmasını ölçmek, tarla-bahçe bitkilerinin sulama programlaması ve su yönetimi için; bitki su tüketimlerini tahmin etmek amacıyla tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Pratik, teorik veya finansal nedenlerden dolayı kap buharlaşmasını ölçmek her zaman mümkün olmayabilir. Açık su yüzeyi buharlaşmasını meteorolojik verilerden kestirmek için pek çok model geliştirilmiştir. Bu çalışmada, bunlardan sıcaklığa, radyasyona, kütle transferine ve kombinasyona dayalı olan toplam 10 buharlaştırma modeli (Penman-1948, Kohler–Nordenson–Fox (KNF)-1955, Papadakis-1961, Hamon-1961, Antal-1973, Linacre-1977, Hanson&Rauzi-1977, Kharrufa-1985, Abtew-1996, Modified-Turc-1996) Çukurova yöresi bitki büyüme mevsimi boyunca, 30 yıllık iklim verisi kullanılarak A sınıfı buharlaştırma kaplarında günlük olarak ölçülen buharlaştırma değerlerini kestirmek için kullanılmıştır. Modellerin doğruluğunun ve güvenilirliğinin belirlenmesinde ortalama karekök hatası (RMSE), ortalama sapma hatası (MBE) ve bağıl hata (RE) istatistiksel yaklaşımlarından yararlanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; Çukurova yöresi koşullarında A sınıfı buharlaştırma kaplarından oluşan buharlaşmayı kestirmede en başarılı model, en düşük mevsimsel ortalama RMSE, RE ve MBE değerleriyle KNF (RMSE = 1.5 mm gün⁻¹, RE = 0.4, MBE = -0.1 mm gün⁻¹) olurken; en yüksek RMSE, RE ve MBE değerleriyle Hamon (RMSE = 6.9 mm gün⁻¹, RE = 1.3 MBE = 6 mm gün⁻¹) en başarısız model olmuştur. Araştırmada, Hanson & Rauzi modelinde KNF modeline oldukça yakın sonuçlar vermiştir (mevsimsel ortalama değerler: RMSE = 1.6 mm gün⁻¹, RE = 0.4 MBE = 0.7 mm gün⁻¹). Ayrıca, Hanson & Rauzi modelinin KNF modeline göre daha az meteorolojik veri kullanması, Hanson & Rauzi modelinin Çukurova yöresi koşullarında KNF'ye alternatif olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Buharlaştırma, Buharlaştırma modelleri, A sınıfı buharlaştırma kabı, Çukurova yöresi, Performans

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Deniz Levent KOÇ, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana, Türkiye
E-mail: leventk@cu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-4495-3060
Atıf/Citation: Deniz Levent KOÇ, Çukurova Yöresi Koşullarında Bazı Buharlaştırma Modellerinin Performanslarının Değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 145-155.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

Evaporation is the main factor of the water cycle. The quantification of evaporation is crucial for water resource management, determination of water availability, irrigation scheduling, and environmental modeling studies. Class A pans are commonly used worldwide to measure evaporation from open water surface and to estimate evapotranspiration for irrigation scheduling and water management for field and horticultural crops. Continuous measurement of daily pan evaporation may not be possible due to practical, theoretical, or financial reasons. Many models have been developed to estimate evaporation from open water surface using meteorological data. In this study, a total of 10 evaporation models based on temperature, radiation, mass transfer, and combination (Penman-1948, Kohler–Nordenson–Fox (KNF)-1955, Papadakis-1961, Hamon-1961, Antal-1973, Linacre-1977, Hanson & Rauzi-1977, Kharrufa-1985, Abtey-1996, Modified-Turc-1996) were used to estimate daily measured evaporation values in Class A pan using 30-year climate data for the summer growing season in the Çukurova region. Root mean square error (RMSE), mean bias error (MBE), and relative error (RE) statistic approaches were used to determine the accuracy and reliability of the models. According to results obtained from the research, the KNF model was the best model with the seasonal mean lowest RMSE, RE, and MBE values (RMSE = 1.5 mm day⁻¹, RE = 0.4, MBE = -0.1 mm day⁻¹), whereas Hamon was the worst model with the seasonal mean highest RMSE, RE, and MBE values (RMSE = 6.9 mm day⁻¹, RE = 1.3, MBE = 6 mm day⁻¹) to estimate evaporation from Class A Pan. In the study, the Hanson & Rauzi model gave very similar results to the KNF model (seasonal mean values: RMSE = 1.6 mm day⁻¹, RE = 0.4, MBE = 0.7 mm day⁻¹). In addition, the fact that the Hanson & Rauzi model uses less meteorological data than the KNF model has shown that the Hanson & Rauzi model can be an alternative to the KNF model under the conditions of the Çukurova region.

Keywords: Evaporation, Evaporation models, Class A pan, Çukurova region, Performance

1. Giriş

Buharlaştırma olayı; sıvı halde bulunan suyun, su buharına dönüştüğü anda meydana gelmektedir. Buharlaştırma hızı, su yüzeyinde enerjinin mevcut olması ve su buharının atmosfere karışabilme olanağı ile denetlenir. Su kütlesi tarafından tutulan radyant enerji (net radyasyon) yıllık buharlaştırma miktarını etkileyen en önemli parametredir. Buharlaştırma; solar radyasyon, sıcaklık, rüzgâr hızı, buhar basıncı açığı, atmosfer basıncı ve çevresel ortamın bir fonksiyonudur (Abtew, 2001).

Literatürde, açık su yüzeyi buharlaşmasını kestirmek için çok sayıda yöntem rapor edilmiştir. Bunlar; kap buharlaşması (E_{pan}) yöntemi, kütle dengesi yöntemi, enerji bütçesi modelleri, yığın transfer modelleri, kombinasyon modelleri ve denge-sıcaklık yöntemi olarak sınıflandırılabilir (Winter ve ark., 1995). Her metodolojinin uygulama alanı ve sınırlamaları vardır. Örneğin, Eddy korelasyon yöntemi, göl buharlaşmasının belirlenmesine yönelik doğrudan bir yöntem olarak kabul edilir ancak, maliyet sınırlamaları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaz. Kütle transfer yöntemi, büyük derin göllerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kombinasyon yöntemleri hem göle enerji girdisini hem de kütle transferi kavramını dikkate alır ancak çok fazla veri gerektiren bir yöntemdir. A sınıfı buharlaştırma kapları (Class A Pan) göllerden olan buharlaşmanın belirlenmesinde kullanılan en yaygın yöntemdir (Finch ve Hall, 2001).

A sınıfı buharlaştırma kapları, serbest su yüzeyi buharlaşmasını ölçerek; bitkilerin sulama planlamasının ve su yönetiminin yapılabilmesi için, kıyas bitki su tüketimini (ET_0) tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca kap yöntemi; yaban hayatı ve ekolojik habitatın yönetimi için göllerden, sulak alanlardan, nehirlerden, rezervuarlardan ve diğer su kaynaklarından meydana gelen buharlaştırma miktarlarını kestirmek için de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bugüne değin birçok araştırmacı tarafından buharlaştırma kaplarının sulama programlarının oluşturulmasında güvenle kullanılabileceğini gösteren çok sayıda çalışma yapılmıştır (Abtew, 2001; Ertek ve ark., 2007; Göçmen ve Erdem, 2019; Yenigün ve Erdem, 2019). E_{pan} yöntemi, eğer farklı iklim bölgeleri için kalibre edilirse oldukça doğru sonuçlar vermektedir. Çalışmalar, pan katsayılarının doğru bir şekilde belirlenmesi durumunda, E_{pan} yönteminin kıyas bitki su tüketiminin (ET_0) kestiriminde çok güvenilir sonuçlar verdiğini göstermiştir (Irmak ve Haman, 2003; Jensen ve ark., 1990). Bugüne kadar, farklı iklim ve bölgelerde buharlaştırma modelleri kullanılarak göllerden, nehirlerden, rezervuarlardan ve A sınıfı buharlaştırma kaplarından meydana gelen buharlaşmayı tahmin etmek için çok sayıda çalışma yapılmıştır (Abtew, 2001; Friedrich ve ark., 2018; Irmak ve Haman, 2003; Rosenberry ve ark., 2007).

Abtew (2001)'de Güney Florida'da Okeechobee Gölünde meydana gelen buharlaşmayı tahmin etmek için 5 yıllık iklim verisi ve E_{pan} yöntemi, enerji bütçesi, kütle ve momentum transfer yöntemleri ile su bütçesi yaklaşımını kullanmıştır. Çalışmada, Abtew (1996) tarafından geliştirilen basit Abtew modeli ile yine aynı araştırmacı tarafından modifiye edilmiş Turc modeli (Abtew, 1996) A sınıfı kap buharlaşmasını kestirmede en doğru sonucu vermiştir.

Rodrigues ve ark., (2020), Avrupa'nın en büyük yapay göllerinden biri olan Alqueva rezervuarında E_{pan} ve Eddy kovaryans yöntemleri ile belirlenen buharlaştırma değerleri arasında R^2 değeri 0.7 olan bir korelasyon bulmuşlardır. Xu ve Singh (2000), İsviçre'deki Changing istasyonundan elde ettikleri iklim verileri ile radyasyona dayalı 5 buharlaştırma modelini (Abtew, Hargreaves, Makkink, Priestley & Taylor ve Turc) E_{pan} yöntemi ile elde edilen buharlaşmayı kestirmek için kullanmışlardır. Çalışmada, Basit Abtew modeli, kap buharlaşmasına en yakın değerleri vermiştir. Diğer 4 modelde ise büyük hatalar ortaya çıkmıştır. Bu 4 yöntem özellikle soğuk aylarda daha düşük değerler kestirmiştir. Bu modeller yeniden kalibre edildiğinde, diğer 3 modelde ortalama yıllık buharlaştırma değerlerini doğru bir şekilde kestirmiştir. Araştırmacılar, kalibre edildikten sonra Makkink ve Priestley & Taylor modellerini çalışma bölgesi için önermişlerdir.

Xu ve Singh (2001), yaptıkları bir diğer çalışmada Ontario (Kanada)'nın kuzey-batı kesiminde bulunan 2 iklim istasyonundan elde ettikleri verilerle 7 sıcaklığa dayalı buharlaştırma modelini (Thornthwaite, Linacre, Hargreaves, Kharrufa, Hamon, Romanenko, Blaney-Criddle) A sınıfı kap buharlaşmasını tahmin etmek için kullanmışlardır. Araştırmacılar, modifiye edilmiş olan Blaney-Criddle, Hargreaves ve Thornthwaite modellerini araştırma bölgesi için önermişlerdir.

Irmak ve Haman (2003)'ün, Florida'da A sınıfı kap buharlaşmasını tahmin etmek için 23 yıllık günlük iklim verilerini ve 5 farklı buharlaştırma modelini (Penman, KNF, Christiansen, Priestley Taylor ve Linacre) kullandıkları

çalışmalarında; KNF modelinin, ölçülen E_{pan} değerlerine en yakın tahmini yaptığını (RMSE = 0.37 mm gün⁻¹); Linacre modelinin ise (RMSE = 1.33 mm gün⁻¹) en başarısız tahmin yapan model olduğunu belirtmişlerdir.

Sezer ve Öztekin (2016), 2 yıllık iklim verisi, 2 buharlaşma modeli (Penman, Linacre) ve A sınıfı buharlaşma kabı kullanarak Samsun'da yaptıkları çalışmada, Penman (1948) modelinin E_{pan} değerlerine daha yakın sonuç verdiğini belirlemişlerdir ($R^2 = 0.52-0.70$; RMSE = 0.97-1.32 mm gün⁻¹). Aydın (2019), Siirt'te yaptığı bir çalışmada; 2 yıllık iklim verisi ve 2 buharlaşma modeli (Penman, KNF) kullanarak tahmin ettiği buharlaşma değerlerini, A sınıfı buharlaşma kabından elde edilen değerlerle karşılaştırmıştır. Araştırmacı, Penman (1948) modelinin yöre koşullarında daha güvenilir sonuçlar verdiğini rapor etmiştir ($R^2 = 0.80-0.87$; RMSE = 1.32-1.35 mm gün⁻¹).

Yukarıdaki çalışmalardan da anlaşılacağı gibi, buharlaşma modellerinin doğruluğu bölge, iklim, çevre koşulları ve modellerin kullandıkları iklim parametrelerine bağlı olarak değişmektedir. Kap buharlaşmasının (E_{pan}) tahmininde, ilgili çevre koşulları için güvenilir bir yöntemin belirlenmesi; bitki büyümesi, hidrolojik ve ekolojik sistemlerin modellenmesi çalışmalarında oldukça faydalı olacaktır. Eksik günlük E_{pan} verilerini ya da günlük E_{pan} verilerini meteorolojik veriler kullanarak tahmin etmek için, her ilgili bölge ve çevre koşuluna göre güvenilir bir yöntemin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Ayrıca, iklimin uzay ve zaman ile değişkenliği nedeniyle, deneysel bir denklemin farklı her iklim koşulunda E_{pan} 'ı tahmin etmede iyi performans göstermesi beklenmemektedir (Irmak ve Haman, 2003). Bu nedenle, kap buharlaşması modellerinin farklı iklim ve çevre koşulları için değerlendirilmesi gerekir. Bu çalışmada Çukurova koşullarında günlük E_{pan} verilerini tahmin etmek için 10 buharlaşma modeli kullanılmış ve modellerin doğruluğu bazı istatistiksel yaklaşımlarla test edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma yeri

Çalışma Adana yöresinde yapılmıştır. Yörede Akdeniz ikliminin özellikleri egemendir. Uzun yıllık (1990-2019) iklim verilerine göre; ortalama yıllık toplam yağış 653.3 mm olup; bunun yaklaşık %50'si aralık ve şubat ayları arasında gerçekleşmektedir. Günlük ortalama oransal nem, kış aylarında % 65.8, yaz aylarında % 68.9 ve yıllık ortalama olarak % 66.0'dır. Günlük ortalama rüzgâr hızı, kış aylarında 1.3 m s⁻¹ iken yaz aylarında 1.4 m s⁻¹; yıllık ortalama olarak ise 1.3 m s⁻¹'dir. Günlük ortalama sıcaklık ise; kış aylarında 10.4 °C, yaz aylarında 27.9 °C ve yıllık ortalama olarak 19.4 °C'dir. Çalışmada, uzun yıllık (1990-2019) bazı iklim verilerinin aylık ortalama değerleri *Tablo 1*'de verilmiştir. Anılan veriler, Adana merkezde bulunan Meteoroloji 6. Bölge Müdürlüğü iklim istasyonundan (enlem 37° 00' 14", boylam 35° 20' 39") sağlanmıştır (Anonim, 2020).

Tablo 1. Araştırma yöresindeki aylık ortalama uzun yıllık iklim verileri (1990-2019)
Table 1. Mean monthly long-term climate data in the research area (1990-2019)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
T_{max}, °C	15.0	16.6	19.9	24.1	28.5	31.8
T_{min}, °C	5.5	6.3	8.8	12.4	16.5	20.8
N, saat	4.6	5.2	6.1	7.1	8.8	10.2
RH, %	65.6	64.9	65.5	66.7	66.7	67.1
U, m s⁻¹	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4
P, mm	106.6	83.2	59.4	51.0	47.1	18.0
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
T_{max}, °C	33.9	34.9	33.2	29.4	22.6	16.7
T_{min}, °C	24.3	24.6	21.2	16.8	11.1	7.2
N, saat	10.2	9.8	8.8	7.4	5.8	4.3
RH, %	69.9	69.9	64.7	60.6	63.3	66.9
U, m s⁻¹	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.3
P, mm	8.1	5.8	22.2	38.3	74.6	139.2

T_{max}: ortalama en yüksek sıcaklık; T_{min}: ortalama en düşük sıcaklık; N: ortalama güneşlenme süresi; RH: ortalama oransal nem; U: ortalama rüzgâr hızı (10 m); P: ortalama toplam yağış miktarı.

2.2. Modeller ve yaklaşımlar

Çalışmada, 10 buharlaşma modeli, günlük olarak ölçülen A sınıfı kap buharlaşmasını tahmin etmek amacıyla; 30 yıllık günlük iklim verisi kullanılarak yöredeki bitki büyüme mevsimi (Nisan-Ekim) boyunca test edilmiştir. Kap buharlaşma değerleri, Meteoroloji 6. Bölge Müdürlüğü iklim istasyonundan sağlanmıştır.

2.2.1. Kombinasyona dayalı buharlaşma modelleri

2.2.1.1. Penman modeli (1948)

Jensen ve ark. (1990) tarafından, Penman (1948) lineer eşitliğinin kap buharlaşmasını (E_{pan}) tahmin etmek için verilen yeni formu aşağıdaki gibidir (Eşitlik 1). Eşitlik 1'deki havanın su buharı basıncı açığı ($e_s - e_a$) Eşitlik 2, 3 ve 4 kullanılarak belirlenmiştir.

$$E = \frac{6.43 \times (1 + 0.53 \times U_2) \times (e_s - e_a)}{\lambda} \quad (\text{Eş.1})$$

$$e^o T = 0.6108 \times \exp \left[\frac{17.27 \times T}{T + 237.3} \right] \quad (\text{Eş.2})$$

$$e_s = \frac{e^o(T_{max}) + e^o(T_{min})}{2} \quad (\text{Eş.3})$$

$$e_a = \frac{e^o(T_{min}) \times \frac{RH_{max}}{100} + e^o(T_{max}) \times \frac{RH_{min}}{100}}{2} \quad (\text{Eş.4})$$

Meteoroloji istasyonlarında rüzgar hızı 10 m yükseklikte ölçüldüğünden; bu değerler Kanber (2006) tarafından önerilen Eşitlik 5 kullanılarak 2 m'de yükseklikteki rüzgar hızı değerlerine dönüştürülmüştür.

$$U_2 = U_{10} \times \left(\frac{Z_2}{Z_{10}} \right)^{0.15} \quad (\text{Eş.5})$$

Eşitliklerde; E = günlük buharlaşma miktarı (mm gün⁻¹); U_2 = 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m s⁻¹); U_{10} = 10 m yükseklikteki rüzgar hızı (m s⁻¹); Z_2 = 2 m; Z_{10} = 10 m; e_s = doymuş buhar basıncı (mbar); e_a = gerçek buhar basıncı (mbar); λ = suyun buharlaşma gizli ısı (2.45 MJ kg⁻¹); T = ortalama hava sıcaklığı (°C); T_{max} = en yüksek hava sıcaklığı (°C); T_{min} = en düşük hava sıcaklığı (°C); RH_{max} = en yüksek oransal nem (%); RH_{min} = en düşük oransal nem (%).

2.2.1.2. Kohler–Nordenson–Fox (KNF) modeli (1955)

Kohler ve ark. (1955) ABD'de Hefner gölünde kapsamlı araştırmalar yaparak, ABD geneline iyi dağılmış 21 adet A sınıfı buharlaşma kabının olduğu iklim istasyonlarından aldıkları verilerle yaptıkları hesaplamalarla, psikometrik sabiti ayarlayarak Penman (1948) buharlaşma denkleminde uyarlamış ve aşağıdaki eşitlikleri geliştirmişlerdir (Eşitlik 6, 7, 8). Aşağıda verilen Δ , γ ve P eşitlikleri Anonim (2019)'dan; U_p eşitlikliği ise Kanber (2006)'dan alınmıştır (Eşitlik 9, 10, 11, 12).

$$E = \frac{\Delta \times R_n + \gamma \times E_a}{\Delta + \gamma} \quad (\text{Eş.6})$$

$$E_a = 25.4 \times \left[0.296 \times (e_s - e_a)^{0.88} \times (0.37 + 0.00255 \times U_p) \right] \quad (\text{Eş.7})$$

$$R_n \times \Delta = 154.4 \times \exp \left[\frac{(1.8 \times T - 180) \times (0.1024 - 0.01066 \times \ln(0.239 \times R_s))}{-0.01544} \right] \quad (\text{Eş.8})$$

$$\Delta = \frac{4098 \times \left[0.6108 \times \exp \left(\frac{17.27 \times T}{T + 237.3} \right) \right]}{(T + 237.3)^2} \quad (\text{Eş.9})$$

$$\gamma = 0.665 \times 10^{-3} \times P \quad (\text{Eş.10})$$

$$P = 101.3 \times \left(\frac{293 - 0.0065 \times H}{293} \right) \quad (\text{Eş.11})$$

$$U_p = U_{10} \times \left(\frac{Z_p}{Z_{10}} \right)^{0.15} \quad (\text{Eş.12})$$

Eşitliklerde; E = günlük buharlaşma miktarı (mm gün⁻¹) Δ = doymuş buhar basıncı eğrisinin eğimi (kpa °C⁻¹); R_n =

net radyasyon (mm gün⁻¹); R_s = solar radyasyon (J cm⁻² gün⁻¹); T = ortalama hava sıcaklığı (°C); γ = psikometrik sabit = 0.067176 (kpa °C⁻¹); P = atmosfer basıncı = 101.0166 (kpa); H = konumun deniz seviyesinden yüksekliği = 24 (m); E_a = aerodinamik fonksiyon (mm gün⁻¹); U_{10} = 10 m yükseklikteki rüzgar hızı (m s⁻¹); U_p = A sınıfı buharlaşma kabının 15.2 cm üzerindeki rüzgâr hızı = (m s⁻¹) × 86.4 = (km gün⁻¹); Z_p = A sınıfı buharlaşma kabının 15.2 cm üzerinde rüzgâr hareketinin olduğu yükseklik ile toprak yüzeyi arasındaki düşey uzaklık = 0.6 m; Z_{10} = 10 m.

2.2.2. Kütle transferine dayalı buharlaşma modelleri

2.2.2.1. Papadakis modeli (1961)

Basnyat (1987)' nin bildirdiğine göre; Papadakis (1961), buharlaşma miktarını belirlemek için, hava ve çiğlenme noktası sıcaklıklarındaki doymuş buhar basınçları arasındaki farkı kullanan bir eşitlik (Eşitlik 13) geliştirmiştir.

$$E = 0.5626 \times (e_s - e_a) \quad (\text{Eş.13})$$

Eşitlikte; E = günlük buharlaşma miktarı (mm gün⁻¹); e_s = hava sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı (mbar); e_a = çiğlenme noktası sıcaklığındaki doymuş buhar basıncı (mbar).

2.2.2.2. Antal modeli (1973)

Basnyat (1987)' nin bildirdiğine göre; Antal (1973), ortalama hava sıcaklığı ve havanın su buharı basıncı açığından ($e_s - e_a$) faydalanarak buharlaşmayı kestirmek için basitleştirilmiş bir model (Eşitlik 14) geliştirmiştir.

$$E = 0.736 \times (e_s - e_a)^{0.7} \times \left(1 + \frac{T}{273}\right)^{4.8} \quad (\text{Eş.14})$$

Eşitlikte; E = günlük buharlaşma miktarı (mm gün⁻¹); e_s = doymuş buhar basıncı (mbar); e_a = gerçek buhar basıncı (mbar); T = ortalama hava sıcaklığı (°C).

2.2.3. Sıcaklığa dayalı buharlaşma modelleri

2.2.3.1. Hamon modeli (1961)

Hamon (1961), ortalama hava sıcaklığı ve güneşlenme süresine dayalı bir buharlaşma modeli geliştirmiştir (Eşitlik 15).

$$E = 0.55 \times D^2 \times P_t \quad (\text{Eş.15})$$

$$P_t = \frac{4.95 \times e^{(0.062 \times T)}}{100} \quad (\text{Eş.16})$$

Eşitliklerde; E = günlük buharlaşma miktarı (mm gün⁻¹); D = güneşlenme süresi (saat); T = ortalama hava sıcaklığı (°C); P_t = günlük ortalama sıcaklıktaki doymuş su buharı yoğunluğu (cg m⁻³), cg = santigram.

2.2.3.2. Linacre modeli (1977)

Linacre (1977), buharlaşma miktarını kestirmek için iklimsel veri girdilerini yalnızca hava sıcaklığına indirgeyerek, Penman (1948) eşitliğini basitleştirmiştir (Eşitlik 17). T_{dew} eşitliği Anonim (2019)' dan alınmıştır (Eşitlik 18).

$$E = \frac{\frac{700 \times (T + 0.006 \times H)}{100 - L} + 15 \times (T - T_{dew})}{(80 - T)} \quad (\text{Eş.17})$$

$$T_{dew} = \frac{116.91 + 237.3 \times \ln(e_a)}{16.78 - \ln(e_a)} \quad (\text{Eş.18})$$

Eşitliklerde; E = günlük buharlaşma miktarı (mm gün⁻¹); T = ortalama hava sıcaklığı (°C); T_{dew} = ortalama çiğlenme noktası sıcaklığı; L = konumun enlem derecesi = 37 (°); H = konumun deniz seviyesinden yüksekliği = 24 (m); e_a = gerçek buhar basıncı (mbar).

2.2.3.3. Kharrufa modeli (1985)

Kharrufa (1985), açık su yüzeyi buharlaşmasını kestirmek için, güneşlenme yüzdesi ve ortalama hava sıcaklığına dayalı bir eşitlik geliştirmiştir (Eşitlik 19).

$$E = 0.34 \times \rho \times T^{1.3} \quad (\text{Eş.19})$$

Eşitlikte; E = günlük buharlaşma miktarı (mm gün⁻¹); T = ortalama hava sıcaklığı (°C); ρ = güneşlenme yüzdesi (%)

2.2.4. Radyasyona dayalı buharlaşma modelleri

2.2.4.1. Hanson & Rauzi modeli (1977)

Basnyat (1987)' nin bildirdiğine göre; Hanson ve Rauzi (1977), günlük açık su yüzeyi buharlaşmasını (E_{pan}), meteorolojik verilerden kestirmek için bir model (Eşitlik 20) geliştirmiştir.

$$E = R \times (-0.06 + 0.036 \times T) + 0.016 \times U_2 \quad (\text{Eş.20})$$

$$R = 0.77 \times R_s \quad (\text{Eş.21})$$

Eşitlikte; R = kısa dalga radyasyonu (mm gün⁻¹); T = ortalama hava sıcaklığı (°C); U₂ = 2 m yükseklikteki rüzgar hızı (m s⁻¹); R_s = solar radyasyon (mm gün⁻¹)

2.2.4.2. Abtew modeli (1996)

Abtew (1996), sulak alanlardan ve sıg su yüzeylerinden meydana gelen buharlaşmayı tahmin etmek için basit Abtew modelini geliştirmiştir (Eşitlik 22).

$$E = K_1 \times \frac{R_s}{\lambda} \quad (\text{Eş.22})$$

Eşitlikte; E = günlük buharlaşma miktarı (mm gün⁻¹); K₁ = yüzey özelliğine bağlı bir katsayı (0.53, açık su yüzeyleri için); R_s = solar radyasyon (MJ m⁻² gün⁻¹); λ = suyun buharlaşma gizli ısı (2.45 MJ kg⁻¹).

2.2.4.3. Modified Turc modeli (Abtew, 1996)

Turc (1961), oransal nemin %50'den küçük ve büyük olduğu durumlara göre ortalama sıcaklık ve solar radyasyonu kullanan iki farklı eşitlik geliştirmiştir. Abtew (1996) Turc modelini değiştirerek maksimum sıcaklık ve solar radyasyona dayanan oransal nemi dikkate almayan aşağıdaki eşitliği (Eşitlik 23) geliştirmiştir.

$$E = \frac{K_2 \times (23.89 \times R_s + 50) \times T_{max}}{(T_{max} + 15)} \quad (\text{Eş.23})$$

Eşitlikte; E = günlük buharlaşma miktarı (mm gün⁻¹); K₂ = 0.0123 (katsayı); R_s = solar radyasyon (MJ m⁻² gün⁻¹); T_{max} = en yüksek hava sıcaklığı (°C).

2.3. İstatistiksel analiz

Buharlaşma modellerinin doğruluğunun ve güvenilirliğinin belirlenmesinde ortalama karekök hatası (RMSE), ortalama sapma hatası (MBE) ve bağıl hata (RE) istatistiksel yaklaşımları (Eşitlik 24-26) kullanılmıştır (Willmott, 1982; Loague ve Green, 1991).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (e_i - o_i)^2} \quad (\text{Eş.24})$$

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - o_i)}{n} \quad (\text{Eş.25})$$

$$RE = \frac{RMSE}{\bar{o}} \quad (\text{Eş.26})$$

Eşitliklerde; n = gözlem sayısı; e_i = tahmin edilen kap buharlaştırma değerleri (mm); o_i = ölçülen kap buharlaştırma değerleri (mm); \bar{o} = ölçülen kap buharlaştırma değerlerinin ortalaması (mm). RMSE (mm.gün⁻¹), RE ve MBE (mm.gün⁻¹) değerleri 0'a eşit olduğunda en doğru sonuç elde edilir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Araştırmada, bazı tahmin modelleri ile kestirilen ve buharlaştırma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaştırma değerleri *Tablo 2*'de verilmiştir. Buna göre, Abtew (Nisan ayı hariç) ve Modified-Turc modelleri tüm aylarda buharlaştırma değerlerini daha düşük tahmin ederken, Hamon, Papadakis, Antal, Linacre, Kharrufa ve Hanson-Rauzi modelleri tüm aylarda buharlaştırma değerlerini daha yüksek tahmin etmiştir. Penman ve KNF yöntemi ise buharlaştırma değerlerini bazı aylarda yüksek, bazı aylarda daha düşük kestirmiştir. Penman modeli, ölçülen kap buharlaştırma değerlerine göre; nisan, mayıs, eylül ve ekim aylarında buharlaştırma değerlerini daha yüksek, diğer aylarda daha düşük tahmin ederken; KNF modeli ise nisan, mayıs aylarında daha yüksek, diğer aylarda daha düşük tahmin etmiştir. Modellerin aylara göre buharlaştırma değerini yüksek ya da düşük tahmin ettiği, Irmak ve Haman (2003) tarafından da rapor edilmiştir. Modellere göre buharlaştırma tahminleri aylık ortalama 2.9 mm gün⁻¹ ile 17.5 mm gün⁻¹ arasında değişmiştir. Ölçülen A sınıfı buharlaştırma kabı (E_{pan}) değerleri ise; en düşük ortalama 3.9 mm gün⁻¹ ile nisan ayında; en yüksek ise ortalama 7.7 mm gün⁻¹ ile temmuz ayında gerçekleşmiştir.

Tablo 2. Modeller ile tahmin edilen ve A sınıfı buharlaştırma kabıyla ölçülen aylık ortalama buharlaştırma değerleri (E_{pan}), mm gün⁻¹ (1990-2019)

Table 2. Mean monthly values of evaporation (E_{pan}) estimated using models and measured by Class A Pan, mm day⁻¹ (1990-2019)

Ay	Model										E_{pan}
	P	KNF	PP	HM	AN	L	HR	K	A	MT	
Nisan	4.3	4.6	5.9	5.3	5.1	5.2	4.8	4.3	3.9	3.7	3.9
Mayıs	5.4	5.9	7.5	9.8	6.5	6.5	6.3	7.1	4.6	4.5	5.3
Haziran	6.3	7.0	8.5	15.3	7.5	7.6	8.0	10.0	5.0	5.1	7.1
Temmuz	6.6	7.1	8.7	17.5	8.0	8.2	8.6	11.3	5.0	5.1	7.7
Ağustos	7.0	6.5	9.6	16.8	8.7	8.6	7.8	11.2	4.4	4.7	7.2
Eylül	7.1	5.4	10.1	11.7	8.6	8.2	6.3	8.9	3.8	4.0	5.8
Ekim	6.1	3.9	9.0	6.7	7.4	7.1	4.3	6.0	2.9	3.0	4.0
Ortalama	6.1	5.8	8.5	11.9	7.4	7.4	6.6	8.4	4.2	4.3	5.9

Not: P = Penman; KNF = Kohler-Nordenson-Fox; PP = Papadakis; HM = Hamon; AN = Antal; L = Linacre; HR = Hanson&Rauzi; K = Kharrufa; A = Abtew; MT = Modified-Turc; PAN = A sınıfı Pan'da ölçülen buharlaştırma

Modellerin, bağıl hata (RE) değerleri *Tablo 3*'te verilmiştir. Hamon modeli, RE değerlerinde aylık ortalama olarak nisan ayında 1.0 ile en düşük, temmuz ayında 1.5 ile en yüksek ve mevsimsel ortalamada 1.3 ile en kötü performansı gösterirken; KNF modeli, aylık ortalama olarak temmuz ve ağustos ayında 0.2 ile en düşük, nisan ayında 0.6 ile en yüksek ve mevsimsel ortalamada 0.4 RE değerleri ile en iyi performansı göstermiştir (*Tablo 3*). Bağıl hata (RE) değerlerine göre tüm modeller (Hamon modeli hariç) bitki büyüme mevsimindeki diğer aylara göre; daha çok yağış alınan ve bulut yüzdesinin fazla olduğu nisan ve mayıs ve ekim aylarında daha büyük hatalar vermiştir. Kombinasyona dayalı olan Penman ve KNF modellerinin RE değerleri yüzde olarak ifade edilirse; Penman modeli için aylık ortalama yüzde RE değerleri nisan ve mayıs aylarında %50, ekim ayında %80 iken; KNF modeli için bu değerler nisan ayında %60, mayıs ayında %50 ve ekim ayında %40 olmuştur. Penman yönteminin bu aylarda daha kötü performans göstermesi, modelin solar radyasyon ve bulutlulukta değişimleri dikkate almamasından; KNF modelinin ise bulutluluk durumunu dikkate almamasından kaynaklanmış olduğu söylenebilir. Aylık ortalama yüzde RE değerleri, Hamon hariç diğer tüm modellerde de anılan aylarda daha yüksek hatalar vermiştir. Irmak ve Haman (2003)' da, Florida'da yaptıkları benzer bir çalışmada Penman ve KNF yöntemlerinin kurak geçen aylarda daha düşük yüzde hatalar (PE) verdiğini, yağışlı aylarda ise daha yüksek hatalar (PE) verdiğini rapor etmiştir. Farklı iklim parametrelerini kullanan diğer modellerin de yağışlı aylarda (Hamon modeli hariç) daha yüksek RE değerleri verdiği görülmüştür. Güneşlenme süresi ve sıcaklık parametrelerini kullanan Hamon modeli bulutlu aylarda, diğer aylara göre daha doğru tahminler yaparken [(RE = 1.0 (Nisan), RE = 1.1 (Ekim)]; kurak aylarda daha başarısız tahminler yapmıştır [(RE = 1.5 (Temmuz)]. Nemli ve yarı nemli bölgelerde, açık su yüzeyi buharlaşmasını etkileyen etmenlerin; sıcaklık ve rüzgâr desenindeki değişkenliklerden

daha çok, solar radyasyon ve bulutlulukla ilgili olduğu bilinmektedir (Irmak ve Haman, 2003). Her bir modelin farklı düzeyde bağıl hatalar vermesine anılan etmenlerin neden olduğu söylenebilir.

Tablo 3. Modeller ile tahmin edilen aylık ortalama ve mevsimsel ortalama buharlaşma için RE değerleri (1990-2019)

Table 3. RE values for monthly and seasonal mean evaporation estimated by models (1990-2019)

Model										
Ay	P	KNF	PP	HM	AN	L	HR	K	A	MT
Nisan	0.5	0.6	0.8	1.0	0.6	0.7	0.6	0.7	0.5	0.5
Mayıs	0.5	0.5	0.7	1.3	0.6	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4
Haziran	0.3	0.3	0.4	1.4	0.3	0.3	0.3	0.6	0.3	0.3
Temmuz	0.3	0.2	0.3	1.5	0.3	0.2	0.3	0.6	0.4	0.3
Ağustos	0.3	0.2	0.5	1.5	0.3	0.3	0.3	0.7	0.4	0.3
Eylül	0.5	0.3	0.9	1.2	0.6	0.6	0.3	0.7	0.4	0.3
Ekim	0.8	0.4	1.6	1.1	1.1	1.1	0.4	0.9	0.4	0.4
Ortalama	0.5	0.4	0.8	1.3	0.6	0.5	0.4	0.7	0.4	0.4

Modeller tarafından tahmin edilen buharlaşma değerleri için RMSE, RE ve MBE değerleri Tablo (3, 4, 5)'de verilmiştir. Tablolar incelendiğinde, KNF en düşük mevsimsel değerler ile (RMSE = 1.5 mm gün⁻¹, RE = 0.4 ve MBE = -0.1 mm gün⁻¹) en başarılı tahmin yapan model olurken; Hanson&Rauzi, KNF modeline yakın değerler vererek (RMSE = 1.6 mm gün⁻¹, RE = 0.4 ve MBE = 0.7 mm gün⁻¹) başarılı bir performans göstermiştir. Hamon modeli ise en yüksek mevsimsel değerleri vererek (RMSE = 6.9 mm gün⁻¹, RE = 1.3 ve MBE = 6 mm gün⁻¹) buharlaşma değerlerini tahmin etmede en başarısız model olmuştur Modellerin doğruluk sıralaması KNF>Hanson&Rauzi>Modified-Turc>Abtew>Linacre>Penman>Antal>Kharrufa>Papadakis>Hamon şeklinde gerçekleşmiştir. KNF modeli, Irmak ve Haman (2003) tarafından nemli bir iklime sahip Florida'da 5 buharlaşma modeli ile yapılan çalışmada ve Sezer ve ark. (2017) tarafından nemli bir iklime sahip Samsun'da 2 buharlaşma modelinin kullanıldığı çalışmada da en başarılı tahmin yapan model olarak belirlenmiştir.

Tablo 4. Modeller ile tahmin edilen aylık ortalama ve mevsimsel ortalama buharlaşma için RMSE değerleri, mm gün⁻¹ (1990-2019)

Table 4. RMSE values for monthly and seasonal mean evaporation estimated by models, mm day⁻¹ (1990-2019)

Model										
Ay	P	KNF	PP	HM	AN	L	HR	K	A	MT
Nisan	1.6	1.6	2.5	3.3	1.8	1.7	1.5	2.0	1.4	1.3
Mayıs	2.0	1.8	3.0	5.9	2.1	1.8	1.8	2.9	1.7	1.7
Haziran	2.3	1.7	2.6	8.9	1.9	1.6	1.8	3.6	2.3	2.3
Temmuz	2.3	1.6	2.3	10.3	1.7	1.5	1.8	4.0	2.8	2.7
Ağustos	2.2	1.6	3.0	10.0	2.1	1.9	1.8	4.3	2.9	2.6
Eylül	2.3	1.4	4.4	6.3	3.0	2.6	1.5	3.5	2.2	2.0
Ekim	2.5	1.2	5.1	3.6	3.5	3.2	1.3	2.6	1.5	1.4
Ortalama	2.2	1.5	3.2	6.9	2.3	2.0	1.6	3.3	2.1	2.0

Modellerin, mevsimsel ortalama MBE değerleri, ölçülen buharlaşma değerlerine göre daha yüksek ya da daha düşük sonuçlar üretmiştir (Şekil 1). KNF (nisan ve mayıs ayları hariç), Abtew ve Modified-Turc eşitliklerinin MBE değerleri tüm aylarda ölçülen buharlaşma değerlerine göre daha düşük (negatif) değerler vermiştir. Penman, Papadakis, Hamon, Antal, Linacre, Kharrufa ve Hanson & Rauzi modellerinin MBE değerleri ise tüm aylarda ölçülen buharlaşma değerlerine göre daha yüksek (pozitif) sonuçlar vermiştir. MBE değerlerine göre, KNF modeli mevsimsel ortalama buharlaşma değerleri için MBE = -0.1 mm gün⁻¹ değeri ile en iyi sonucu verirken, Hamon tahmin modeli mevsimsel ortalama buharlaşma değerleri için MBE = 6 mm gün⁻¹ değeri ile en kötü performans gösteren model olmuştur. Papadakis (MBE = 2.6 mm gün⁻¹) ve Kharrufa (MBE = 2.5 mm gün⁻¹) modelleri de kötü performans göstermişlerdir (Tablo 5).

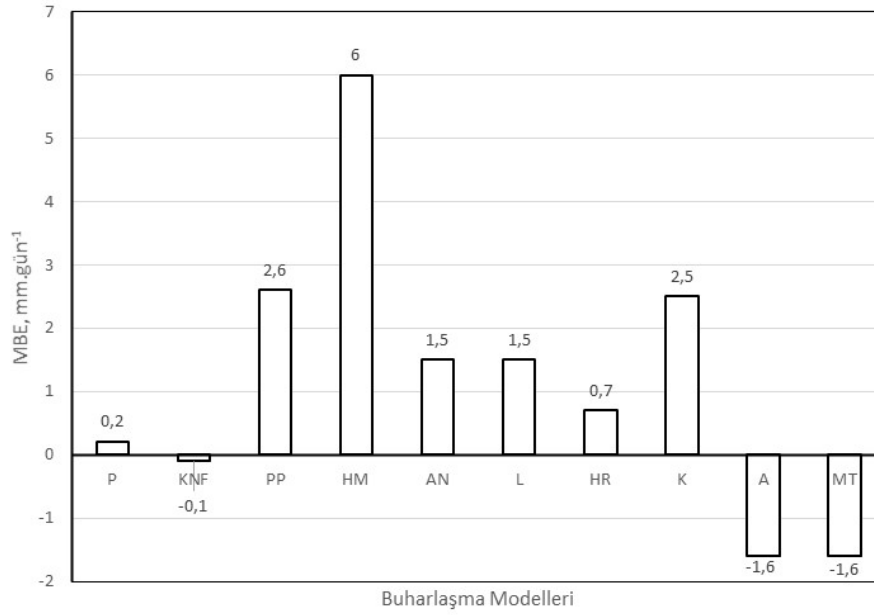


Figure 1. MBE values for mean seasonal evaporation estimated by models, mm day⁻¹ (1990-2019)

Şekil 1. Modeller ile tahmin edilen mevsimsel ortalama buharlaşma için MBE değerleri, mm gün⁻¹ (1990-2019)

Tablo 5. Modeller ile tahmin edilen aylık ortalama ve mevsimsel ortalama buharlaşma için MBE değerleri, mm gün⁻¹ (1990-2019)

Table 5. MBE values for monthly and seasonal mean evaporation estimated by models, mm day⁻¹ (1990-2019)

Ay	Model									
	P	KNF	PP	HM	AN	L	HR	K	A	MT
Nisan	0,4	0,6	2,0	1,4	1,2	1,3	0,9	0,4	0,01	-0,2
Mayıs	0,1	0,6	2,2	4,5	1,2	1,2	1,0	1,8	-0,7	-0,8
Haziran	-0,8	-0,1	1,4	8,2	0,4	0,5	0,9	2,9	-2,1	-2,0
Temmuz	-1,1	-0,5	1,0	9,9	0,3	0,6	0,9	3,6	-2,7	-2,6
Ağustos	-0,3	-0,8	2,4	9,6	1,4	1,4	0,5	4,0	-2,8	-2,6
Eylül	1,2	-0,4	4,3	5,8	2,8	2,4	0,5	3,1	-2,0	-1,8
Ekim	2,1	-0,1	5,0	2,7	3,4	3,1	0,3	2,0	-1,1	-1,0
Ortalama	0,2	-0,1	2,6	6,0	1,5	1,5	0,7	2,5	-1,6	-1,6

4. Sonuç

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; kombinasyon yöntemlerinden biri olan KNF, A sınıfı buharlaşma kaplarında ölçülen buharlaşmayı tahmin etmede en başarılı model olurken, radyasyona dayalı bir model olan Hanson&Rauzi, KNF modeline oldukça yakın bir sonuç vermiştir. Her iki model de özellikle kurak geçen aylarda diğerlerine oranla daha doğru tahminler yapmışlardır. Sonuç olarak, KNF modeli, Çukurova iklim koşulları için A sınıfı buharlaşma kaplarından olan buharlaşmayı tahmin etmek için önerilebilir. Eğer iklim istasyonunda KNF modelini kullanmak için gerekli olan iklim öğeleri ölçülemiyorsa, daha az iklim parametresi gerektiren Hanson & Rauzi modelinin yöre koşullarında aynı amaçla kullanılması önerilebilir.

Kaynakça

- Abtew, W. (1996). Evapotranspiration measurements and modeling for three wetland systems in South Florida. *Journal of the American Water Resources Association* 32 (3): 465-473.
- Abtew, W. (2001). Evaporation estimation for Lake Okeechobee in south Florida. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 127(3):140-147.
- Anonim (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://www.fao.org/3/x0490e/x0490e00.htm>, (Erişim tarihi: 15.05.2019).
- Anonim (2020). Meteoroloji Genel Müdürlüğü MGM), <https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/Workspace>, (Erişim tarihi: 12.02.2020).
- Aydın, Y. (2019). Yarı kurak iklim koşullarında A Sınıfı Kap'tan olan buharlaşmanın Penman ve Kohler-Nordenson-Fox (KNF) modelleri ile tahmini. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 6 (3): 319-327.
- Basnyat, M.B. (1987). Estimation of daily Class A pan evaporation from meteorological data (Dissertation of Doctor of Philosophy) Department of Agronomy, Iowa State University.
- Ertek, A., Şensoy, S., Gedik, I., Küçükyumuk, C. (2007). Irrigation scheduling for green pepper grown in field conditions by using Class A pan evaporation values. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 1818 (6769): 2-1.
- Finch, J.W., Hall, R.L. (2001) Estimation of open water evaporation. R&D Project W6- 043, Environment Agency. pp. 145.
- Friedrich, K., Grossman, R.L., Huntington, J.L. et al. (2018). Reservoir evaporation in the Western United States: Current science, challenges, and future needs *Bulletin of the American Meteorological Society* 99 (1): 167-187.
- Göçmen, E., Erdem, T. (2019). Tekirdağ Koşullarında Farklı Lateral Tertip Biçimi ve Sulama Suyu Uygulamalarının Genç Ceviz Ağaçlarının Su Kullanımı ve Vejetatif Gelişme Parametrelerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (2): 181-191
- Hamon, W.R. (1961). Estimating potential evapotranspiration. *Journal of Hydraulics Division* 871: 107-120.
- Irmak, S., Haman, D. (2003). Evaluation of five methods for estimating Class A Pan evaporation in a humid climate. *Horttechnology* 13 (3): 500-508.
- Jensen, M.E, Burman, R.D, Allen, R.G. (1990). Evapotranspiration and irrigation water requirements: a manual. ASCE manuals and reports on engineering practice, no. 70, Newyork.
- Kanber, R. (2006). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 174, Adana.
- Kharrufa, N.S. (1985). Simplified equation for evapotranspiration in arid regions. *Beiträge zur Hydrologie Sonderheft* 5 (1): 39-47.
- Kohler, M.A., Nordenson, T.J., Fox, W.E. (1955) Evaporation from pans and lakes. U.S. Department of Commerce, Weather Bureau, Research Paper no. 38.
- Linacre, E.T. (1977). A simple formula for estimating evaporation rates in various climates, using temperature data alone. *Journal of Agricultural Meteorology* 18: 409-424.
- Loague, K., Green, R.E. (1991). Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application. *Journal of Contaminant Hydrology* 7 (1-2): 51-73.
- Rodrigues, C., Moreira, M., Guimarães, R.C., Potes, M. (2020). Reservoir evaporation in a Mediterranean climate: comparing direct methods in Alqueva Reservoir, Portugal. *Hydrology and Earth System Sciences* 24 (12): 5973-5984.
- Rosenberry, D.O., Winter, T.C., Buso, D.C., Likens, G.E. (2007). Comparison of 15 evaporation methods applied to a small mountain lake in the northeastern USA. *Journal of Hydrology* 340 (3-4): 149-166.
- Sezer, Ç.Ö., Öztekin, T. (2016). A Sınıfı buharlaşma kabından olan günlük buharlaşmanın Penman ve Linacre modelleri ile tahmini. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 33 (3) :137-147.
- Sezer, Ç.Ö., Öztekin, T., Kutlu Sezer, E. (2017). A Sınıfı buharlaşma kabından olan günlük buharlaşmanın Kohler-Nordenson-Fox (KNF) ve Christiansen Modelleri ile tahmini. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi* 6: 184-196.
- Willmot, C.J. (1982). Some comments on the evaluation of model performance. *Bulletin of the American Meteorological Society* 63: 1309-1313.
- Winter, T.C., Rosenberry, D.O., Sturrock, A.M. (1995). Evaluation of 11 equations for determining evaporation for a small lake in the North Central United States. *Water Resources Research* 31:983-993.
- Xu, C.Y., Singh, V.P. (2000). Evaluation and generalization of radiation-based methods for calculating evaporation. *Hydrological Processes* 14: 339-349.
- Xu, C.Y., Singh, V.P. (2001). Evaluation and generalization of temperature-based methods for calculating evaporation. *Hydrological Processes* 15: 305-319.
- Yenigün, S.D., Erdem, T. (2019). Tekirdağ Koşullarında Patlıcan Bitkisinin Su Kullanım Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (2): 221-231.

F₂ Kademesindeki Oleik ve Yarı Oleik Aspir Genotiplerinin (*Carthamus tinctorius* L.) Bazı Morfolojik ve Teknolojik Karakterlerinin Belirlenmesi


Determination of Some Morphological and Technological Characters in F₂ Generation of Oleic and Mid-Oleic Type Safflower Genotypes (*Carthamus tinctorius* L.)


Emrullah CULPAN^{1*}, Burhan ARSLAN²

Öz

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü araştırma ve uygulama arazisinde 2018, 2019 ve 2020 yıllarında yürütülen bu çalışmada, melezleme ile geliştirilmiş olan bazı oleik ve yarı oleik aspir genotiplerinin tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda Dinçer 5-18-1 aspir çeşidi ile PI 603208 genotipinin melezlenmesinden elde edilmiş olan 11 adet F₂ kademesindeki melez genotip materyal olarak kullanılmış, iki standart oleik aspir çeşidi ile bu melezlerin ebeveynleri (Dinçer 5-18-1, PI 603208, Olas ve Asol) karşılaştırılmıştır. Tarımsal ve teknolojik özelliklerinin saptanması amacıyla çalışmada, bitki boyu (cm), dal sayısı (adet) tabla sayısı (adet), tabla çapı (cm), 1000 tane ağırlığı (g), tohum verimi (kg da⁻¹), kabuk oranı (%), yağ oranı (%), yağ verimi (kg da⁻¹) ve yağ asitleri kompozisyonu (%) gibi karakterler ölçülmüştür. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre melez genotiplerin tohum verimi değerleri 120.73-187.80 kg da⁻¹, yağ oranı değerleri % 31.67-36.49 ve yağ verimi değerleri 40.43-63.92 kg da⁻¹ arasında değişerek geniş bir varyasyon göstermiştir. Araştırmada melez genotiplerden en yüksek yağ oranı EC/ol-7 genotipinden (% 36.49) elde edilirken, en yüksek tohum verimi ve yağ verimi EC/ol-8 genotipinden elde edilmiştir (sırasıyla 187.80 ve 63.92 kg da⁻¹). Melez genotipler arasında en yüksek oleik yağ asidi içeriği ise EC/ol-11 genotipinden elde edilmiştir (% 61.79). Yağ oranı, tohum verimi ve oleik yağ asidi içeriği bakımından belirlenen ıslah amaçları doğrultusunda F₂ kademesindeki 5 adet genotipin (EC/ol 5, EC/ol 6, EC/ol 7, EC/ol 8 ve EC/ol 11) diğer genotiplerden üstün olduğu belirlenmiştir. Diğer genotiplerden de ilerleyen kademelerde (F₃ ve F₄) hem stabil olanlar hem de ümitvar olanlar belirlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Aspir, Yağ oranı, Tohum verimi, Melezleme, Oleik asit

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Emrullah CULPAN, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ. E-mail: eculpan@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0002-0702-7121

²Burhan ARSLAN, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 59030, Süleymanpaşa, Tekirdağ. E-mail: barslan@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0002-9728-4059.

Atıf/Citation: Culpan, E., Arslan, B. F₂ Kademesindeki Oleik ve Yarı Oleik Aspir Genotiplerinin (*Carthamus tinctorius* L.) Bazı Morfolojik ve Teknolojik Karakterlerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 156-165.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

In this study, was conducted in 2018, 2019 and 2020 at Tekirdağ Namık Kemal University Agriculture Faculty Department of Field Crops, it was aimed to determine morphological and technological traits of some oleic and mid-oleic type safflower genotypes developed by cross breeding. For this purpose, 11 F₂ hybrid genotypes obtained from a cross between Dinçer 5-18-1 cultivar and PI 603208 genotype were used as material and compared to two standard oleic local cultivars and parents of these hybrids (Dinçer 5-18-1, PI 603208, Olas ve Asol). In study to determine the agricultural and technological traits, plant height (cm), branch number, head number, head diameter (cm), 1000 seed weight (g), seed yield (kg da⁻¹), hull ratio (%), oil content (%), oil yield (kg da⁻¹) and fatty acid composition (%) were investigated. According to research findings, seed yield values of hybrid genotypes changed between 120.73-187.80 kg da⁻¹, oil content values 31.67-36.49% and oil yield values 40.43-63.92 kg da⁻¹ and showed a wide variation. The highest oil content among hybrid genotypes were obtained from the EC/ol-7 genotype (36.49%), while the highest seed yield and oil yield among genotypes were obtained from the EC/ol-8 genotype (187.80 and 63.92 kg da⁻¹ respectively). The highest oleic oil content among hybrid genotypes was obtained from the EC/ol-11 genotype (61.79%). In this study, it was determined that 5 genotypes in terms of oil content, seed yield and oleic acid composition (EC/ol 5, EC/ol 6, EC/ol 7, EC/ol 8 and EC/ol 11) are superior of the other genotypes in F₂ generation. In addition, with the other genotypes, both stable and hopeful ones will be determined the next generations (F₃ and F₄).

Keywords: Safflower, Oil content, Seed yield, Hybridization, Oleic acid

1. Giriş

Yağ bitkilerinde klasik bitki ıslahı ve bitki genetik mühendisliği uygulamaları ile geleneksel yağ asitleri kompozisyonları değiştirilerek yeni ve farklı yağların elde edilmesi 20. yüzyılın son çeyreğinde başlamış ve 21. yüzyılda daha da önem kazanmıştır (Baydar, 2016). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), *Asteraceae* familyasına dahil, $2n=24$ kromozomlu, Güney Asya orijinli önemli bir yağ bitkisidir. Aspir tohumlarında %25-45 arasında yağ bulunmakta, bu yağın yaklaşık %90'ı doymamış yağ asitlerinden (oleik ve linoleik asit) oluşmaktadır (Johnson ve ark., 1999).

Ülkemizde yerli tohumluk olarak tescil edilmiş 15 adet (Yenice 5-38, Dinçer 5-18-1, Remzibey-05, Balcı, Linas, Olas, Göktürk, Asol, Hasankendi, Yektay, Zirkon, Olein, Koç, Safir ve Servetağa) aspir çeşidi vardır (Arslan ve Culpan, 2020). Bu aspir çeşitlerinden yalnızca Olas, Asol ve Olein çeşitleri oleik yağ asidi içeriğine sahiptir. Ülkemizde görülen farklı iklim ve toprak özellikleri ve her yıl giderek artan bitkisel yağ açığına bağlı olarak çeşit sayısının artırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Çeşit sayısının artırılmasının yanı sıra yüksek oleik asitli (High-Oleic) aspir çeşitlerinin de geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bunun yanında oleik asit içeriği yüksek olan yağların önem kazanmasıyla birlikte, yüksek linoleik asit içeren çeşitlere (HL) ilaveten yüksek oleik asitli (HO) aspir çeşitlerin de geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Baydar, 2016).

Oleik asit ($C_{18:1}$), toplam 18 karbonlu, tek bir çift bağ taşıyan, tekli doymamış bir yağ asididir. Oleik asit aynı zamanda omega-9 olarak da bilinmektedir. Oleik asit içeriği yüksek olan yağlar, özgül ağırlıkları düşük olmasından dolayı oldukça hafiftir. Bu nedenle pişirme ve kızartma yağı olarak çok uygundur. Yüksek oleik asit içeren yağların linoleik asit içeren yağlara göre raf ömürleri daha uzundur. Buna ilaveten oksidasyona daha dayanıklı olması, kızartma yağı özelliklerinin üstün olması, kullanım sayısının daha fazla ve tortu bırakma derecesinin daha düşük olması gibi pek çok avantajı oleik asitçe zengin yağlara karşı trendi arttırmıştır (Baydar, 2016). Ayrıca son yıllarda endüstriyel kullanıma ve biyodizele uygunluğu bakımından yüksek oleik asit tipi yağlara olan talebin de giderek arttığı görülmektedir. Çünkü oleik asit gibi uzun zincirli, ancak az doymamış yağ asidi içeren yağlar biyodizel üretimi için uygundur (Pinto ve ark., 2005).

Dünyanın ilk oleik asitçe zengin aspir tipi 1966 yılında ABD'de geliştirilen 'UC-1' çeşididir. Hindistan orijinli bir introduksiyon materyalinde Paul Knowles tarafından tespit edilen oleik asitçe zengin bir mutant sayesinde *ol* alleli kültür çeşitlerine aktarılarak oleik asitçe zengin (HO) aspir çeşitleri geliştirilebilmiştir (Knowles ve Hill, 1964). Ülkemizde ise oleik asit bakımından zengin ilk aspir çeşidi Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2015 yılında tescil ettirilmiş olan 'Olas' çeşididir (Babaoğlu ve Güzel, 2015).

Ülkemizde tescilli aspir çeşitlerinden Olas, Asol ve Olein dışındakiler yüksek linoleik asit (%75-80) içermektedir. Oysa dünyada yeni gelişen trend yüksek oleik asit içeren aspir çeşitlerini geliştirmektir. Örneğin ABD'de hem yüksek linoleik asit hem de yüksek oleik asit içeren aspir çeşitleri ıslah edilmiştir. Bergman ve ark., (2000), geliştirdikleri Montola 2001 çeşidinde toplam doymuş yağ asitleri oranının %7'den az, oleik asit oranının % 80'den fazla olmasını amaçlamışlardır. Araştırmacılar, 2003 yılında tescil ettirdikleri Montola 2001 çeşidinin Montola 2000 çeşidinden daha yüksek oleik asit ve daha düşük linoleik asit oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Montola 2000 çeşidinde % 80.8 olan oleik asit oranının Montola 2001 çeşidinde % 83.4'e yükseltildiğini ve % 12.3 olan linoleik asit oranının ise % 9.2'e düşürüldüğünü belirtmişlerdir (Bayramin, 2006).

Bu araştırmada, dikensiz bir çeşit olan linoleik tip Dinçer 5-18-1 aspir çeşidi ile yüksek yağ içeriğine sahip olan oleik tip dikenli PI 603208 aspir genotipi giberellik asit ile kimyasal polen kısırlığı yöntemi uygulanarak melezlenmiş ve ilk açılım kuşağı olan F₂ kademesindeki döllerden yüksek tohum verimi ve yağ oranına sahip oleik yağ asidi içeren genotipler elde edilmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri

Çalışma, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü uygulama arazisinde yazlık ekim yapılarak, 2018-2020 yılları arasında tek lokasyonda yürütülmüştür. Araştırma yerinin toprakları killi bir bünyeye sahip olup, pH'sı hafif alkali (7.07) ve organik madde bakımından zayıftır (% 0.91). Kireç içeriği düşük olan toprakların (%2.40), fosfor seviyesi de düşük (3.98 kg/da) olup, tuzluluk problemi yoktur. F₂ genotiplerinin yetiştirildiği 2020 yılında ortalama sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamasına yakındır. Toplam yağış miktarı ise 239.60 mm ile uzun yıllar ortalamaları toplamından bir miktar fazla iken, ortalama oransal nem değerleri ise uzun yıllar ortalamasından yaklaşık % 3 oranında düşüktür (Tablo 1). Aspir bitkisi iklim ve toprak istekleri bakımından seçici değildir. Bu bağlamda araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri aspir tarımı için yeterli ve uygun seviyededir.

Tablo 1. Tekirdağ (Süleymanpaşa)'ın aspir yetiştirme aylarına ait 2020 yılı ve uzun yıllar iklim verileri*

*Table 1. 2020 and long years climate data of the safflower growing seasons of Tekirdağ (Süleymanpaşa)**

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Toplam Yağış (mm)		Oransal Nem (%)	
	2020	Uzun Yıllar	2020	Uzun Yıllar	2020	Uzun Yıllar
Mart	9.6	7.3	26.1	54.4	74.6	77.9
Nisan	10.7	11.7	43.6	41.0	70.9	77.0
Mayıs	16.6	16.7	96.4	36.7	73.0	76.3
Haziran	21.3	21.1	67.3	38.0	71.3	72.3
Temmuz	24.6	23.6	0	24.8	65.6	68.7
Ağustos	25.0	23.8	6.2	15.4	66.4	69.2
Ort./Top.	17.97	17.37	239.60	210.30	70.30	73.57

*Tekirdağ Meteoroloji İstasyonu Verileri

2.2. Materyal

Araştırmada, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiş olan Dinçer 5-18-1 çeşidi, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiş olan Olas ve Asol çeşidi ile Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı'ndan (USDA) temin edilen PI 603208 nolu genotip materyal olarak kullanılmıştır. Melezlemede materyal olarak kullanılmış olan Dinçer 5-18-1 çeşidi dikensiz yapıya sahip olup linoleik tip, kırmızı çiçekli ve yağ oranı %25-30 civarındadır. PI 603208 genotipi ise dikenli yapıya sahip, oleik, sarı çiçekli ve yağ oranı %35-37 arasındadır.

2.3. Yöntem

2018 yılında Dinçer 5-18-1 çeşidi (♀) ile PI 603208 genotipi (♂) melezlenmiş ve bu melezlemeden elde edilen F₁ genotipleri bir sonraki yıl ekilerek F₂ genotipleri elde edilmiştir. 18.04.2018 tarihinde 5 m uzunluğundaki sıralara 50 cm sıra arası ile ekilmiş olan Dinçer 5-18-1 ve PI 603208 ebeveynleri arasında haziran ayı içerisinde giberellik asit ile kimyasal erkek kısırılığı (*ch-ms*) oluşturularak melezleme yapılmıştır (Erbaş, 2007). Melezlenmiş olan her tabladan elde edilen tohumlar 01.08.2018 tarihinde ayrı ayrı hasat edilmiş ve +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir. 19.04.2019 tarihinde, F₁ tohumları ekilerek F₁ bitkileri yetiştirilmiş ve çiçeklenme dönemi boyunca dikensiz olduğu tespit edilen bitkiler (melez olmayanlar) sıralardan uzaklaştırılmıştır. Böylece sıralarda gerçek melezlerin (%100) kalması sağlanmıştır. Aspride dikenlilik karakteri dikensizlik üzerine baskındır ve kalıtımı tek bir gen tarafından kontrol edilmektedir (Baydar ve Erbaş, 2016). Gerçek melez F₁ genotiplerinden elde edilmiş bitkiler izole edilerek kendilenmiş, tarımsal ve teknolojik özellikleri belirlenecek 11 adet F₂ genotipi oluşturulmuştur. Oluşturulmuş bu genotipler standart çeşitler ve ebeveynleriyle (Dinçer 5-18-1, PI 603208, Olas ve Asol) karşılaştırılmıştır.

18.03.2020 tarihinde 11 adet F₂ genotipi, standart çeşitler ve ebeveynler kullanılarak kurulmuş deneme, 'Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede her genotip 5 m uzunluğundaki parsellere sıra arası 20 cm (Arslan ve Culpan, 2020), ekim derinliği 3-4 cm olacak şekilde 5 sıra halinde elle ekilmiştir. Toprak analizi sonucuna göre dekara 12 kg saf azot ve 6 kg saf fosfor verilmiştir. Azotun yarısı ekimle beraber diğer yarısı bitkiler sapa kalktığında, fosforun ise tamamı ekimle birlikte verilmiştir. Hasat 11.08.2020 tarihinde elle yapılmıştır. Parsellerden tesadüfen seçilen 10 bitkide bazı tarımsal ve teknolojik ölçümler

yapılmıştır. Bu kapsamda araştırmada, bitki boyu (cm), dal sayısı (adet) tabla sayısı (adet), tabla çapı (cm), 1000 tane ağırlığı (g), tohum verimi (kg da⁻¹), kabuk oranı (%), yağ oranı (%), yağ verimi (kg da⁻¹) ve yağ asitleri kompozisyonu (%) gibi karakterler ölçülmüştür.

Araştırmada yağ içeriği, Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) cihazında % olarak okutulmuş olarak belirlenmiştir. Tohumlar 70 °C’de 48 saat etüvde bekletilerek nemi giderilmiştir. Nemi alınan 4’er g tohum NMR cihazında her parselde 3 okuma yapılarak % yağ oranı ortalaması hesaplanmıştır. Yağ asitleri kompozisyonu ise alev iyonlaşma dedektörüne (FID-Flame Ionization Dedector) sahip gaz kromatografisi (Agilent 7820A) cihazında belirlenmiştir. Yağların metillendirilmesi için soğuk pres tekniği ile elde edilmiş 1 mg ham yağ üzerine 0.5 ml metanollü potasyum hidroksit koyulup çalkalanmıştır. Daha sonra bu karışımın üzerine 10 ml n-heptan eklenerek çözelti tekrar çalkalanmış ve gliserolün ayrılmasıyla çözelti bulanıklaşmıştır. 1 saat bekledikten sonra gliserolün çökmesiyle beraber oluşan faz ayırımında üst faz metil esterleri alınarak Gaz Kromatografi (GC) cihazına direk olarak verilmiş ve analiz yapılmıştır. Yağ asitlerine ilişkin kromatogramlar elde edilerek palmitik (C_{16:0}), stearik (C_{18:0}), oleik (C_{18:1}) ve linoleik (C_{18:2}) yağ asitlerinin % oranları tespit edilmiştir. Elde edilen kromatogramlardaki pikler ticari standart yağ asidi metil ester karışımına (Sigma, Supelco® 37 Component FAME Mix) göre isimlendirilmiştir. GC cihazının çalışma koşulları *Tablo 2*’de verilmiştir.

Tablo 2. GC cihazının çalışma koşulları
Table 2. Operating conditions of the GC device

Cihaz	Agilent 7820A GC
Dedektör Tipi	FID - Alev İyonizasyon Dedektörü
Kullanılan Kolon	J&A 112-88A7 (100 m × 0.25 mm, 0.2 µm)
Enjektör Sıcaklığı	250 °C
Dedektör Sıcaklığı	280 °C
Enjektör Kapasitesi	1 µm
Gaz Hızları	Hidrojen (40 mL/dk)
	Hava (450 mL/dk)
	Helyum (30 mL/dk)
Fırın Sıcaklığı	120 °C’de 1 dk bekledikten sonra 175 °C’ye 10 °C/dk artışla ulaşıyor. 175 °C’de 10 dk bekliyor. 5 °C/dk artışla 210 °C’ye ulaşıyor. Bu sıcaklıkta 5 dk bekliyor. 5 °C/dk artışla 230 °C’e ulaşıyor. Bu sıcaklıkta da 5 dk bekliyor.

2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma sonucundan elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyini belirlemek için Duncan Testi (%5) kullanılmıştır. Verilerin analizinde TARİST istatistik analiz programı kullanılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Melez aspir genotiplerinin bitki boyu değerleri 76.78-81.40 cm arasında değişmiştir. En uzun bitki boyuna EC/ol-9 genotipi sahip olurken (81.40 cm), ebeveynlerde ise en uzun bitki boyu Dinçer 5-18-1 çeşidinden elde edilmiştir (80.80 cm). Aspirde bitki boyu eklemeli genler tarafından kontrol edildiği için bitki boyunda geniş bir varyasyon görülmektedir (Pahlavani ve ark., 2007). Aspirde ideal bitki boyunun 60-80 cm arasında olduğu ve bitki boyu arttıkça yatma sorunu ortaya çıktığı bildirilmiştir (Weiss, 2000; Emongor, 2010). Yapılan araştırmalarda aspirde bitki boyunun iklim koşulları, çeşit, ekim mesafeleri ve ekim normuna göre önemli ölçüde değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Köse ve Bilir, 2017; Gürsoy ve ark., 2018). Arslan ve Culpan (2020) 14 adet F₂ kademesindeki aspir genotipinde bitki boyunun 58.93-73.92 cm arasında değiştiğini ve geniş bir varyasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

Dal sayısı bakımından melez genotipler incelendiğinde en fazla dal sayısı 7.78 adet/bitki ile EC/ol-6 genotipinden elde edilmiştir (*Tablo 3*). Yerel çeşitler ve ebeveynler incelendiğinde en fazla dal sayısı baba ebeveyn olan PI 603208 genotipinden elde edilmiştir (8.35 adet/bitki). Aspir bitkisinde dal sayısı çevre koşulları, ekim mesafeleri ve genetik faktörlerden etkilenen bir özelliktir (Pearl ve ark., 2014; Gürsoy ve ark., 2018). Erbaş (2012) aspirde dal sayısı için kalıtım derecesinin % 64.2 oranında olduğunu bildirmiştir. Aspirde ideal dal sayısının 6-8

adet/bitki olduğu rapor edilirken (Weiss, 2000), yapılan bazı araştırmalarda bitki başına dal sayısının, 5.5-6.1 adet (Kızıl, 2002), 3-9 adet (Çamaş ve Esendal, 2006), 8.48-12.78 adet (Paşa, 2008), 6.50-10.13 adet (Adalı ve Öztürk, 2016), 3.94-9.17 adet (Arslan ve Culpan, 2018) olduğu bildirilmiştir.

Aspirde tabla sayısı ve tohum verimi arasında olumlu bir ilişki vardır ve tabla sayısı en önemli ıslah kriterlerinden biridir (Weiss, 2000; Tunçtürk ve ark., 2005). Genotiplerin tabla sayısı değerleri 11.23-13.48 adet arasında değişmiş fakat bu fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 3). Erbaş (2007) Isparta koşullarında 48 aspir genotipinde tabla sayısının 7.2-18.0 adet/bitki olduğunu, Katar ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada aspirde tabla sayısının 12.5-18.7 adet/bitki arasında değiştiğini belirlerken, Atan ve ark. (2019) bitki başına tabla sayısını 11.53-16.20 adet arasında belirlemiş, Arslan ve Culpan (2020) ise 8.05-14.50 adet/bitki olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada en yüksek tabla çapı PI 603208 genotipi ve Olas çeşidinden elde edilmiştir (sırasıyla 2.54 ve 2.51 cm). Melez genotiplerde ise en yüksek tabla çapı 2.49 cm ile EC/ol-5 ve EC/ol-6 genotiplerinde belirlenmiştir (Tablo 3). Çamaş ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada tabla çapı ile tohum verimi arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Hatipoğlu ve ark. (2012), yaptıkları üç yıllık çalışma neticesinde aspirde en yüksek tabla çapını 2.07 cm, en düşük tabla çapını ise 1.63 cm olarak belirlerken, Aslantaş ve Akınerdem (2020) tabla çapını 2.06-2.25 cm arasında, Şenates ve Erbaş (2020) ise Gelendost-2 × Montola 2000 melezi hatlarının tabla çapını 1.87-2.58 cm arasında, Gelendost-2 × W6 9822 melezi hatlarının tabla çapını 18.2-2.50 cm arasında, Gelendost-2 × Centennial melezi hatlarının tabla çapını ise 2.03-2.57 cm arasında belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar literatürde belirtilen araştırmacıların sonuçları ile uyum içindedir.

Tablo 3. Aspir genotip ve melezlerinin bazı tarımsal ve kalite özellikleri
Tablo 3. Agricultural and quality traits of safflower genotypes and hybrids

No	Genotipler	Bitki Boyu (cm)	Dal Sayısı (adet)	Tabla Sayısı (adet)	Tabla Çapı (cm)	1000 Tane Ağırlığı (g)	Tohum Verimi (kg da ⁻¹)	Kabuk Oranı (%)	Yağ Oranı (%)	Yağ Verimi (kg da ⁻¹)
1	EC/ol-1	77.86 a-e	7.20 bc	12.55	2.38 d	42.59 a-d	128.30 efg	44.00 b	31.86 g	40.60 f
2	EC/ol-2	77.11 cde	6.71 cde	11.61	2.39 cd	43.12 a-d	127.26 fg	39.20 de	31.67 g	40.43 f
3	EC/ol-3	79.53 a-e	7.20 bc	12.60	2.27 e	44.06 ab	143.00 d-g	38.46 ef	32.07 g	45.88 ef
4	EC/ol-4	80.56 abc	6.90 c	11.48	2.42 cd	42.56 a-d	149.53 c-f	40.00 d	32.29 g	48.26 def
5	EC/ol-5	79.35 a-e	6.98 c	12.68	2.49 ab	42.56 a-d	150.40 c-f	35.40 hı	35.17 cd	52.92 cde
6	EC/ol-6	77.65 b-e	7.78 ab	12.63	2.49 ab	41.62 b-e	143.13 d-g	35.00 ı	34.56 de	50.09 def
7	EC/ol-7	76.78 def	6.83 cd	11.70	2.44 bc	41.47 cde	156.06 cde	36.60 gh	36.49 ab	56.93 bcd
8	EC/ol-8	78.77 a-e	6.05 ef	13.48	2.39 cd	43.48 a-d	187.80 ab	39.40 de	34.04 e	63.92 b
9	EC/ol-9	81.40 a	7.01 bc	13.05	2.31 e	41.23 de	156.60 cd	41.60 c	32.72 fg	52.13 de
10	EC/ol-10	79.81 a-d	5.80 f	12.13	2.28 e	43.78 abc	120.73 g	40.20 cd	33.56 ef	40.47 f
11	EC/ol-11	77.15 cde	6.15 def	11.36	2.30 e	41.02 de	128.66 d-g	37.80 fg	35.28 cd	45.07 ef
12	Dinçer 5-18-1	80.80 ab	4.60 g	11.23	2.28 e	45.10 a	174.10 bc	48.93 a	29.99 ı	51.50 de
13	PI 603208	73.36 f	8.35 a	14.35	2.54 a	36.01 f	122.46 fg	34.33 ı	37.27 a	45.38 ef
14	Olas	72.35 g	6.86 cd	14.15	2.51 a	42.36 bed	177.80 bc	37.66 fg	35.78 bc	63.63 bc
15	Asol	76.35 ef	7.11 bc	12.63	2.50 ab	39.56 e	221.93 a	38.60 ef	37.10 a	82.38 a
	Genotip	**	**	ns	**	**	**	**	**	**
	CV	3.71	13.40	12.17	4.00	5.58	19.57	9.35	6.44	22.56

** : %1 düzeyinde önemli. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark bulunmamaktadır

Aspirde tohum verimini belirleyen en önemli kriterlerinden birisi de 1000 tane ağırlığıdır (Weiss, 2000). Aspirde 1000 tane ağırlığı yüksek kalıtım derecesi gösterdiğinden dolayı, bu özellik bakımından yapılacak seleksiyonlarda yüksek tohum verimine sahip hatların oluşturulmasına katkı sağlayacaktır (Pahlavani ve ark., 2007). Araştırmada melez genotipler arasında en yüksek 1000 tane ağırlığı 44.06 g ile EC/ol-3 genotipinden elde edilmiştir (Tablo 3). Yerel çeşitler ve ebeveynler arasında ise en yüksek 1000 tane ağırlığı ana ebeveyn olan Dinçer 5-18-1 çeşidinden elde edilmiştir (45.10 g). Yapılan araştırmalarda 1000 tane ağırlığını Erbaş (2007) 33.6-52.1 g arasında, Katar ve ark. (2015) 42.23-51.78 g arasında, Culpan ve Arslan (2018) 40.90-54.95 g arasında, Kobuk ve ark. (2019) 31.15-49.10 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca aspirde 1000 tane ağırlığının 50 g'ın üzerine çıkarılmasıyla tohum ve yağ veriminin artırabileceği rapor edilmiştir (Weiss, 2000).

Melez aspir genotiplerinin tohum verimi değerleri 120.73-187.80 kg da⁻¹ arasında değişmiş ve en yüksek tohum verimi EC/ol-8 genotipinden elde edilmiştir (187.80 kg da⁻¹). Aspirde en önemli ıslah amacı tohum verimini artırmaktır. Aspirde tohum veriminin genetiğinde birden fazla eklemeli gen rol aldığından dolayı kalıtım derecesi düşüktür (Weiss, 2000; Erbaş, 2012). Ayrıca tohum verimi, bir çeşit özelliği olmasının yanı sıra iklim koşulları ve kültürel uygulamalardan önemli ölçüde etkilenmektedir (Siddiqui ve Oad, 2006). Yapılan araştırmalarda aspirde tohum verimi değerlerini Uysal ve ark. (2006) 55.0-80.3 kg da⁻¹ arasında, (Baydar ve Erbaş, 2016), 74.5-225.3 kg da⁻¹ arasında, Arslan ve Culpan (2020) F₂ kademesindeki 14 aspir genotipinde 98.23-171.26 kg da⁻¹ arasında, Şenates ve Erbaş (2020) F₈ generasyonuna kadar tek tohum nesli seleksiyon yöntemi ile ulaştırılan 68 adet hattın tohum veriminin 30.2-252.6 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Baydar ve Erbaş (2020), Dinçer 5-18-1 x Montola 2000 çeşitlerinin melezlenmesinden elde edilen ve 2019 yılında tescil ettirilen Olein, Zirkon ve Safir çeşitlerinin tarla denemelerinde elde edilen tohum verimi değerlerinin sırasıyla 246.5, 271.8 ve 252.4 kg da⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Aspirde tohum kabuğu inceliği istenilen bir seleksiyon kriteridir. Kabuk incelidikçe kabuk oranı azalmakta, dolayısıyla iç oranı ve yağ oranı artmaktadır (Mündel ve Bergman, 2010). Çalışmada melez genotiplerin kabuk oranı değerleri % 35.00-44.00 arasında değişmiş ve en düşük kabuk oranı EC/ol-6 genotipinden elde edilmiştir (Tablo 3). Rudra Naik ve ark. (2009) F₂ ve F₃ kademelerinde kabuk oranına fenotipik etkinin az olduğunu ve oluşan çeşitliliğin genotipten kaynaklandığını bildirmişlerdir. Baydar ve Erbaş (2016), 64 adet aspir hattında ve bunların ebeveynlerinde kabuk oranını % 46.2-53.6 arasında, Kobuk ve ark. (2019) bazı aspir hatları ve çeşitlerinin kabuk oranı değerlerini % 42.68-52.90 arasında, Arslan ve Culpan (2020) F₂ kademesindeki 14 aspir genotipinin kabuk oranını 40.42-48.67 arasında belirlemişlerdir. Kabuk oranı düşük aspir genotiplerinin ileri generasyonlara taşınması ümitvar hatların belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Aspir melez ve ebeveynlerinin yağ oranı değerleri % 29.99-37.27 arasında değişmiş ve en yüksek yağ oranı baba ebeveyn olan PI 603208 genotipinden elde edilmiştir (% 37.27). Melez genotiplerde ise en yüksek yağ oranı EC/ol-7 (% 36.49) genotipinde saptanmıştır (Tablo 3). Johnson ve ark. (1999), 797 aspir genotipinde yağ oranını %13-46 arasında, Nabloussi ve ark. (2008) % 23.36-47.53 arasında, Baydar ve Erbaş (2016) % 30.00-36.70 arasında, Erbaş ve ark. (2016) % 22.6-33.8 arasında, Arslan ve Culpan (2018) % 15.58-37.42 arasında, Kobuk ve ark. (2019) % 25.78-35.16 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Aspirde yağ oranı yüksek oranda kalıtım derecesine sahip olduğundan dolayı (Ramachandram ve Goud, 1981) hat ve döllerde belirlenen yağ oranları olası bir yabancı dölllenme olmadığı takdirde sonraki generasyonlara aktarılabilen ve seleksiyonda başarı şansı artırılabilir (Şenates ve Erbaş, 2020). Bu sayede yüksek yağ oranına sahip melez genotipler izole edilerek ileri generasyonlara taşınacak ve yağ oranı yüksek ümitvar hatlar elde edilebilecektir.

Yapılan araştırmada en yüksek yağ verimi Asol çeşidinden elde edilmiştir (82.38 kg da⁻¹). Melez genotiplerde ise en yüksek yağ verimi EC/ol-8 (63.92 kg da⁻¹) genotipinde belirlenmiştir (Tablo 3). Paşa (2008) yazlık ve kışlık olarak ekilen aspir genotiplerinin yağ verimlerini 43.3-103.8 kg da⁻¹ arasında, Kaya ve ark. (2015) bazı aspir genotiplerinin yağ verimi değerlerini 37.0-48.9 kg/da arasında, Arslan ve Culpan (2018) yaptıkları çalışmada bu değerlerin 1.3-67.97 kg da⁻¹ arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca aspirde yağ veriminin çevre koşullarından kolaylıkla etkilenebileceği bildirilmiştir (Erbaş, 2012). Yağlı tohumların yağ asitleri kompozisyonu çeşide ve türe göre değişmekle birlikte, genetik, ekolojik, morfolojik, fizyolojik ve kültürel faktörlere bağlı olarak oldukça değişkenlik gösterebilmektedir (Karaca ve Aytaç, 2007; Duru ve Bozdoğan Konuşkan, 2014). Aspir, yağlı tohumlar arasında yağ asitleri kompozisyonu bakımından geniş varyasyon gösteren oleik ve linoleik tipleri bulunan bir bitkidir (Bergman ve ark., 1997; Arslan ve Küçük, 2005). Aspir melez ve ebeveynlerin yağ asitleri kompozisyonu Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Aspir genotip ve melezlerinin yağ asitleri kompozisyonu
Tablo 4. Fatty acid composition of safflower genotypes and hybrids

No	Hat/Çeşit	Yağ Asitleri Kompozisyonu (%)				
		Oleik C _{18:1}	Linoleik C _{18:2}	Palmitik C _{16:0}	Stearik C _{18:0}	Diğer Yağ Asit.
1	EC/ol-1	24.48	62.73	8.85	1.99	1.95
2	EC/ol-2	66.24	23.44	6.15	2.05	2.12
3	EC/ol-3	31.75	55.76	7.28	2.26	2.95
4	EC/ol-4	20.05	70.31	4.65	2.00	2.99
5	EC/ol-5	50.74	37.17	5.00	3.64	3.45
6	EC/ol-6	33.47	50.12	9.36	2.65	4.64
7	EC/ol-7	63.09	29.60	4.17	1.64	1.50
8	EC/ol-8	42.14	47.88	7.00	2.34	0.64
9	EC/ol-9	18.65	70.01	6.85	2.95	1.45
10	EC/ol-10	31.68	56.54	5.99	2.46	3.33
11	EC/ol-11	59.79	29.24	6.22	2.50	2.25
12	Dinçer	11.65	77.08	7.41	2.14	1.72
13	PI 603208	70.01	18.82	6.68	2.50	1.99
14	Olas	74.68	13.87	4.42	2.35	4.68
15	Asol	73.02	15.85	5.46	1.28	4.39

Araştırma sonuçlarına göre melez genotiplerin oleik yağ asidi oranı % 18.65-66.24 arasında değişmiş ve en yüksek oleik yağ asidi oranı EC/ol-2 (% 66.24) genotipinden elde edilmiştir (Tablo 4). Golkar ve ark. (2011) oleik asidin kalıtımında eklemeli genlerin etkili olduğunu ve yüksek kalıtım derecesi (geniş ve dar anlamda sırasıyla, F₁'de 0.92-0.81 ve F₂'de 0.93-0.73) gösterdiğini bildirmişlerdir. Nitekim EC/ol-2, EC/ol-5, EC/ol-7 ve EC/ol-11 melez genotipleri F₂ kademesinde oleik asit oranları bakımından Golkar ve ark. (2011)'in araştırmasını desteklemektedir. Aspir bitkisinde linoleik alleli (*Ol*) oleik alleli (*ol*) üzerine baskındır. Oleik asit sentezinden sorumlu resesif allel genler (*ol*) döllenme sırasında gelişen embriyoda linoleik sentezinden sorumlu dominant allel genler (*Ol*) tarafından bastırılarak oleik asidin azalmasına neden olmaktadır (Hamdan ve ark., 2009; Velasco ve ark., 2012). Aspirde yabancı döllenme sonucu linoleik tip bitkilerin polenleriyle döllenmiş oleik tip bitkilerin tohumlarında oleik asit oranı azalmaktadır (Baydar, 2016). Bu nedenle, oleik asitçe zengin aspir hat ve döllerinin ileri generasyonlara taşınabilmesi için mutlaka yabancı tozlaşma ve döllenmeye karşı izole edilmelidir. Ayrıca aspirde farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen tohumlarda yağ asitleri kompozisyonu bakımından farklılıklar tespit edilmiştir (Geçgel ve ark., 2007).

4. Sonuç

Ülkemizin hemen hemen her bölgesi aspir tarımı yapılmasına elverişli olmasına rağmen, ekim alanlarında ve üretiminde son yıllarda önemli artışlar görülememiştir. Aspir tarımının yaygınlaştırılabilmesi, ekiminin teşvik edilebilmesi ve ayrıca her yıl giderek artan bitkisel yağ açığının artmasına karşı çeşit sayısının artırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Geliştirilecek olan aspir çeşit ve hatlarının da farklı ekolojik koşullarda stabil bir üretime izin verecek şekilde adaptasyon yeteneğinin ve verim performansının yüksek olması gerekmektedir. Ayrıca sağlık, beslenme ve yağ kalitesi açısından yararlarının anlaşılmasından dolayı son yıllarda yüksek oleik asit içeren bitkisel yağların üretimi ve tüketimi tercih haline gelmiştir. Bu sebeple oleik asit içeriği yüksek olan aspir çeşitlerinin geliştirilmesi de ayrıca önem arz etmektedir. Yürütülen bu çalışma kapsamında yüksek yağ oranı, tohum verimi ve oleik yağ asidi içeriği bakımından belirlenen ıslah amaçları doğrultusunda F₂ kademesindeki 5 adet genotipin (EC/ol 5, EC/ol 6, EC/ol 7, EC/ol 8 ve EC/ol 11) diğer genotiplerden üstün olduğu belirlenmiştir. Ayrıca diğer genotipler ile birlikte ilerleyen kademelerde (F₃ ve F₄) olası bir yabancı döllenmeyi de engelleyerek hem stabil olanlar hem de ümitvar olan hatlar belirlenecektir.

Kaynakça

- Adalı, M., Öztürk, Ö. (2016). Konya koşullarında bazı aspir çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi* 3 (2): 233-237.
- Arslan, B., Küçük, M. (2005). Oil content and fatty acids composition of some safflower cultivars in Van (Turkey). *6th International Safflower Conference*. 6-10 June, P.167-174. Istanbul, Turkey.
- Arslan, B., Culpan, E. (2018). Identification of suitable safflower genotypes for the development of new cultivars with high seed yield, oil content and oil quality. *Azarian Journal of Agriculture* 5 (5): 133-141.
- Arslan, B., Culpan, E. (2020). Melezleme ile geliştirilmiş bazı aspir (*Carthamus tinctorius* L.) genotiplerinin tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 30 (4): 742-750. doi: 10.29133/yyutbd.703793
- Aslantaş, Ş., Akınerdem, F. (2020). Bazı kışlık aspir çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 9 (1): 21-28.
- Atan, M., Şahin, C., İşler, N. (2019). Hatay koşullarında farklı aspir çeşitlerinde verim, verim unsurları ve yağ içeriğinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 22 (5): 678-684. doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.537252
- Babaoğlu, M., Güzel, M. (2015). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) breeding activities at Trakya Agricultural Research Institute. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics* 1 (1): 20-25.
- Baydar, H. (2016). Yağ bitkilerinde oleik asitçe zengin çeşitlerin ıslahında yaşanan gelişmeler. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi* 20: 34-37.
- Baydar, H., Erbaş, S. (2016). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de verim, yağ ve oleik asit içeriği yüksek hat geliştirme ıslahı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 25 (Özel Sayı-2): 155-161.
- Baydar, H., Erbaş, S. (2020). Yerli ve milli aspir çeşitlerimiz: Olein, Zirkon ve Safir. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı*, 233-237.
- Bayramın, S. (2006). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) - Kolza (*Brassica napus* spp. *oleifera* L.) tarımı ve ıslahı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 15 (1-2): 74-85.
- Bergman, J.W., Flynn, C.R., Johnson, R.C. (1997). Evaluation of safflower accessions for oil and meal quality factors. *4th International Safflower Conference*. 2-7 June, P.232-234, Bari, Italy.
- Bergman, J.W., Riveland, N.R., Flynn, C.R., Carlson, G., Wichman, D. (2000). Registration of 'Montola 2001' safflower. *Crop Science* 40: 573-574.
- Culpan, E., Arslan, B. (2018). Salisilik asit uygulamasının aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerine etkisinin araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi* 7 (2): 173-178. doi: 10.29278/azd.476336
- Çamaş, N., Ayan, A.K., Çırak, C. (2005). Relationships between seed yield and some characters of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars grown in the Middle Black Sea conditions. *6th International Safflower Conference*. 6-10 June, P.193-198. Istanbul, Turkey.
- Çamaş, N., Esendal, E. (2006). Estimates of broad-sense heritability for seed yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Hereditas* 143: 55-57.
- Duru, S., Bozdoğan Konuşkan, D. (2014). Bitkisel yağlarda oleik asit miktarının artırılması ve yağ kalitesi üzerine etkileri. *Gıda* 39 (6): 1-7. doi: 10.15237/gida.GD14026
- Emongor, V. (2010). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the underutilized and neglected crop: A review. *Asian Journal of Plant Sciences* 9: 299-306.
- Erbaş, S. (2007). *Aspirde (Carthamus tinctorius L.) sentetik erkek kısırılığı tekniği ile elde edilmiş melez populasyonlarından hat geliştirme olanakları*. (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Erbaş, S., Tonguç, M., Şanlı, A. (2016). Variations in the agronomic and quality characteristics of domestic and foreign safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. *Turkish Journal of Field Crops* 21 (1): 110-119. doi: 10.17557/tjfc.56268
- Erbaş, S. (2012). *Melezleme ıslahı ile tohum verimi, yağ ve oleik asit içeriği yüksek aspir (Carthamus tinctorius L.) hatlarının geliştirilmesi*. (Doktora Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Gecgel, U., Demirci, M., Esendal, E., Tasan, M. (2007). Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of the American Oil Chemists Society* 84 (1): 47-54. doi: 10.1007/s11746-006-1007-3
- Golkar, P., Arzani, A., Rezaei, A.M. (2011). Genetic analysis of oil content and fatty acid composition in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of the American Oil Chemists Society* 88: 975-982. doi: 10.1007/s11746-011-1758-3
- Gürsoy, M., Başalma, D., Nofouzi, F. (2018). Farklı sıra arası ve sıra üzeri mesafelerin aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğelerine etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 32 (1): 20-28. doi: 10.15316/SJAFS.2018.59
- Hamdan, Y.A.S., Perez-Vich, B., Velasco, L., Fernandez-Martinez, J.M. (2009). Inheritance of high oleic acid content in safflower. *Euphytica* 168: 61-69. doi: 10.1007/s10681-008-9879-y

- Hatipoğlu, H., Arslan, H., Karakuş, M., Köse, A. (2012). Şanlıurfa koşullarında farklı aspir çeşitlerinin (*Carthamus tinctorius* L.) uygun ekim zamanlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26 (1): 1-16.
- Johnson, R.C., Bergman, J.W., Flynn, C.R. (1999). Oil and meal characteristics of core and non-core safflower accessions from the USDA collection. *Genetic Resources and Crop Evolution* 46: 611-618.
- Karaca, E., Aytaç, S. (2007). Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi (OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi)* 22 (1): 123-131.
- Katar, D., Arslan, Y., Kodaş, R., Subaşı, İ., Mutlu, H. (2014). Bor uygulamalarının aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinde verim ve kalite unsurları üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 11 (2): 71-79.
- Katar, D., Arslan, Y., Subaşı, İ., Kodaş, R., Katar, N. (2015). Bölünerek uygulanan azotlu gübrelerin aspir (*Carthamus tinctorius* L.) bitkisinde verim ve verim unsurları üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 15 (2): 11-20.
- Kaya, M., Bayramın, S., Kulan, E., Özaşık, İ. (2015). Bazı ileri aspir hatlarının Eskişehir koşullarındaki performansları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 29 (1): 57-66.
- Kızı, S. (2002). Diyarbakır ekolojik koşullarında aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de uygun ekim zamanının belirlenmesi üzerine bir çalışma. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 12 (1): 37-50.
- Knowles, P.F., Hill, A.B. (1964). Inheritance of fatty acid content in the seed oil of a safflower introduction from Iran. *Crop Science* 4: 406-409.
- Kobuk, M., Ekinci, K., Erbaş, S. (2019). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) genotiplerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 22 (1): 89-96. doi: 10.18016/ksutarimdog.vi.455408
- Köse, A., Bilir, Ö. (2017). Aspir bitkisinde (*Carthamus tinctorius* L.) farklı sıra arası mesafelerin ve ekim normunun taç yaprak verimi ve bazı bitkisel özellikler üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4 (1): 40-47.
- Mündel, H.H., Bergman, J.W. (2010). Safflower. In J. Vollmann, & I. Rajcan (Eds.), *Oil Crops, Handbook of Plant Breeding*. Springer, Berlin.
- Nabloussi, A., El Fechtali, M., Lyagoubi, S. (2008). Agronomic and technological evaluation of a world safflower collection in Moroccan conditions. *7th International Safflower Conference*. 3-6 November, Wagga Wagga, New South Wales, Australia.
- Pahlavani, M.H., Saeidi, G., Mirlohi, A.F. (2007). Genetic analysis of seed yield and oil content in safflower using F₁ and F₂ progenies of diallel crosses. *International Journal of Plant Production* 2: 129-140.
- Paşa, C. (2008). *Kışlık ve yazlık ekimin aspir (Carthamus tinctorius L.) bitkisinin verimi ve bitkisel özelliklerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Pearl, S.A., Bowers, J.E., Reyes-Chin-Wo, S., Michelmore, R., Burke, J.M. (2014). Genetic analysis of safflower domestication. *BMC Plant Biology* 14: 43. doi: 10.1186/1471-2229-14-43
- Pinto, A.C., Guarieiro, L.L.N., Rezende, M.J.C. (2005). Biodiesel: An overview. *Journal of Brazilian Chemical Society* 16: 1313-1330.
- Ramachandram, M., Goud, J.V. (1981). Genetic analysis of seed yield, oil content and their components in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Theoretical and Applied Genetics* 60: 191-195.
- Rudra Naik, V., Bentur, G.M., Salimath, P.M., Parameshwarappa, K.G. (2009). Introgression of non spiny and high oil content in adapted generations of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences* 22 (1): 39-43.
- Siddiqui, M.H., Oad, F.C. (2006). Nitrogen requirement of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) for growth and yield traits. *Asian Journal of Plant Sciences* 5 (3): 563-565. doi: 10.3923/ajps.2006.563.565
- Şenates, A., Erbaş, S. (2020). Tek tohum nesli seleksiyon yöntemi ile geliştirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarının tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 24 (1): 143-151. doi: 10.19113/sdufenbed.645643
- Tunçtürk, M., Arslan, B., Çiftçi, V. (2005). Relationships among traits using correlation and path coefficient analysis in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *6th International Safflower Conference*. 6-10 June, P.199-204. Istanbul, Turkey.
- Uysal, N., Baydar, H., Erbaş, S. (2006). Isparta popülasyonundan geliştirilen aspir (*Carthamus tinctorius* L.) hatlarının tarımsal ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 1 (1): 52-63.
- Velasco, L., Fischer, M. Fernandez-Martinez, J.M. (2012). Short communication. Estimation of cross-fertilization rate in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Spanish Journal of Agricultural Research* 10 (1): 155-159. doi: 10.5424/sjar/2012101-198-11
- Weiss, E.A. (2000). *Oilseed Crops: Safflower* (2nd ed.). Blackwell Science, Oxford.

Tekirdağ Koşullarında Sorgum-Sudan Otu Melezi (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*) Su-Verim İlişkileri

Water-Yield Relationships of Sorghum-Sudangrass Hybrid (*Sorghum Bicolour-Sorghum Sudanense*) in Tekirdağ Conditions


Samet MORAY¹, Ahmet İSTANBULLUOĞLU²

Öz

Sorghum-Sudan otu melezi (*Sorghum bicolor-Sorghum sudanense*)'nin su-verim ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu araştırma 2018-2019 yıllarında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi deneme alanında (40°59' K - 27°34' D; 20 m) yürütülmüştür. Sorgum Sudan otu melezi tohumu kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü planlanan çalışmada, bitki boyları ortalama 95-105 cm'ye ulaştığında biçimi takiben sekiz farklı sulama konusu yer almıştır. Bunlar kimi biçimleri takiben sulanan ve sulanmayan ile tüm biçimleri takiben sulanan ve susuz konular olmuştur. Araştırma sonuçlarına göre en fazla yeşil ot verimi, tüm biçimleri takiben sulanan (III) ve ilk iki biçimi takiben sulanan (II0) konulardan sırasıyla 5.03 ve 5.02 t da⁻¹ elde edilmiştir. İlk biçimi takiben sulamanın verim artışında önemli etkisi olmakla birlikte, en yüksek verimi alabilmek için ilk iki biçimi takiben sulamanın yeterli olacağı, tek başına ikinci veya üçüncü biçimi takiben sulamaların verim artışında etkili olmadığı, üçüncü biçimi takiben sulamaya ise gerek olmadığı görülmüştür. Bir tek sulama yapılması gerekiyorsa bunun ilk biçimi takiben yapılması önerilmektedir. İkinci biçim döneminde sulanmayıp üçüncü biçim döneminde sulama uygulaması olan konular (I0I ve 00I) üçüncü biçim döneminde hasat boyuna erişemediği için sulama uygulaması yapılamamıştır. Hiçbir biçim döneminde sulanmayan (000) konu da üçüncü biçim döneminde istenilen hasat boyuna ulaşamamıştır. Tekirdağ koşulları altında Sorgum Sudan otu melezi bitkisi kuru tarım için uygun olmadığı görülmüştür. Konulardan elde edilen mevsimlik su tüketimi ile yeşil ot verimi arasında 0.01 düzeyinde önemli $Y = 5.06 ET + 2043.3$ eşitliği ile tanımlanan ilişki bulunmuştur. Yine toplam büyüme mevsimi için, bitki su tüketimi ile yeşil ot verimi arasında su-verim ilişkisi faktörü (k_y) 0.66 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sorgum-Sudan otu, Bitki su tüketimi, Sulama, Su kullanım fonksiyonu, Su-verim ilişkisi faktörü, Trakya Bölgesi

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Samet MORAY, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ / Türkiye. E-mail: moraysamet@gmail.com  ORCID: 0000-0002-2133-5593

² Ahmet İstanbulluoğlu, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ/Türkiye. E-mail: aistanbulluoglu@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0001-8080-0152.

Atıf/Citation: Moray S., İstanbulluoğlu, İ. Tekirdağ Koşullarında Sorgum-Sudan Otu Melezi (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*) Su-Verim İlişkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 166-176.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

This research was carried in Thrace Region of Turkey (40°59' K - 27°34' D; 20 m) experiment area in 2018-2019 years in order to determine water-yield relationships of Sorghum-Sudan Grass Hybrid (Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanence). In the study, which was planned with three replications according to the trial pattern of random parcels using Sorghum Sudan grass hybrid seed, eight different irrigation treatments were sawed following the form when the plant height reached an average of 95-105 cm. These have been irrigated and rain-fed following some saw and irrigated and rain-fed after all saws. According to the results of the research, the highest yield of green weed, 5.03 and 5.02 t da⁻¹ were obtained from the treatments irrigated (III) following all the saws and irrigated (II0) following the first two saws, respectively. Although the irrigation has an important effect on the increase in yield after the first saw, it has been observed that irrigation will be sufficient following the first two saws, the irrigation is not effective in the yield increase after the second or third saw, and there is no need for irrigation after the third saw. If a single irrigation is required, this should be done following the first saw. Treatments (IOI and 00I) that were not irrigated in the second saws period but third saws were irrigated, irrigation applied has not been as it could not reach the harvest size. In the non-irrigated treatment (000) could not reach harvest size in the third saw periods. Under Tekirdağ conditions, Sorghum Sudan grass hybrid plant was found to be unsuitable for dry farming. The relationship between seasonal evapotranspiration and green weed yield was statistically significant ($p \leq 0.01$) and it can be defined by equation of $Y = 5.06 ET + 2043.3$ ($r = 0.82^{**}$). Again, for the total growing season, the water yield response factor (k_y) between evapotranspiration and green weed yield was calculated as 0.66.

Keywords: : Sorghum-Sudan grass hybrid, Evapotranspiration, Irrigation, Water use function, Yield response factor, Thrace Region

1. Giriş

Yem bitkisi, hayvan yemi olarak, doğrudan doğruya yeşil ot olarak veya sonradan yedirilmek üzere hasat edilerek kurutulan veya silajı yapılmak üzere yetiştirilen bitkidir.

Kaba yem olarak tanımlanan iyi kaliteli yem bitkisi, hayvanlar için mineral ve vitamin kaynağı olması yanı sıra, işletmeler içinde önemli ekonomik kazanç sağlayan, en ucuz girdidir. Hayvansal üretimde işletme maliyetinin yaklaşık %70'ini yem masrafları oluşturmaktadır. Bu durum kaliteli yem bitkisi tarımı yapılan alanların artmasına neden olmakta, daha fazla verim ve kaliteli ürün alınmasını cazip kılmaktadır (Şamlı ve Onarbay 2011; Karahocagil ve Ege, 2004).

Dünya tarla tarımı içerisinde önemli bir yer kaplayan yem bitkileri, ekim alanı ve üretimi, Türkiye'de olması gereken düzeyin çok altında olup yaygın tarımı yapılan bitkiler yonca, fiğ ve mısırdır. Sorgum-Sudan otu melezi ise çok fazla tercih edilen ve bilinen bir yem bitkisi değildir. Oysa bu bitki dünya genelinde kuru veya sulu koşullarda yaygın olarak ekilmektedir. Özellikle sulamaya olumlu tepkiler verdiği bilinmektedir (Berenguer ve Faci, 2001).

Bullock, ve ark. (1991), Meksika'da yaptıkları araştırmalarında sorgum-sudan otu hibrit bitkisinin gelişmesi ve olgunlaşması üzerine sulama miktarının etkisinin önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Ebenezer, ve ark. (2004), sorgum bitkisinin, su tüketimi ve dane verimi arasındaki ilişkilerin performansını incelemek için çok sayıda farklı sulama konusunu içeren bir çalışma yapmışlardır. Farre ve Faci (2006), sorgum bitkisinin orta ve fazla seviyede su kısıtı uygulanan alanlarda, mısıra göre daha fazla verim verdiğini saptamışlardır. Buradan da anlaşılacağı gibi sorgum bitkisinin kısıntılı sulama şartlarına uygun bir bitki olabileceği görülmektedir. Trakya Bölgesi'nde yarı kurak iklim şartlarının hâkim olması ve çoğunlukla kuru tarım uygulamaların yapılıyor olması, sorgum bitkisinin bu bölge için uygun bir bitki olduğu düşünülmektedir.

Demirhan (2007), Edirne'de yürüttüğü araştırmada silaj mısır (Arifiye), silajlık sorgum (Rox) ve dane tipi sorgum (Akdarı) çeşitlerinde bitki boyu, sap çapı, kardeş sayısı, yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, hasat verimi ve kuru madde oranı incelemiştir. Arslan ve ark. (2016) Antalya'da yürüttükleri çalışmada sorgum bitkisinin farklı bitkilerle silolanarak besin içeriği yönünden kaliteli silajlar elde edileceğini saptamıştır. Aras (2017), 2015 yılında Iğdır'da üç sorgum (Rox, Early Sumac, Leoti), iki sorgum-sudan otu melezi (Nutri Honey, Hayday) ve bir sudan otu (Gözde-80) çeşidi kullanarak yaptığı araştırmada, uygulanan sulama suyu tuzluluğunun sorgum bitkisinin bitki boyu, yaş ot ağırlığı, kuru ot ağırlığı, tuza tolerans yüzdesi ve ham protein oranına olan etkilerini incelemiştir. Uzun ve ark., (2017), Samsun'da, sulanan yemlik mısır ve sorgum çeşitlerinin sulama suyu kullanım etkinliği ve bazı tarımsal ve besin değeri özelliklerini belirlemek için; iki mısır ve yedi sorgum çeşidini değerlendirmişler. Sulanan çeşitlerin, sulanmayan çeşitlere göre daha yüksek verim ve besleme kalitesine sahip olduklarını saptamışlardır.

Bu çalışmada, son yıllarda Trakya Bölgesi'nde giderek artan süt sığırcılığı için, taze yeşil yem ihtiyacının karşılanmasında önemli bir ekim alanı oluşturmaya başlayan sorgum-sudan otu melezinin, bölge koşullarında bitkinin su-verim ilişkisinin belirlenmesi ve bölge tarımına uygunluğunun araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma yeri

Araştırma Marmara bölgesi Trakya kesiminde Tekirdağ ili, Süleymanpaşa ilçesinde, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 2018 ve 2019 yıllarında yürütülmüştür. Deneme yeri, denize 2 km uzaklıkta, 20 m yükseklikte olup 40°59' kuzey enlemi ile 27°34' doğu boylamında yer almaktadır.

2.2. İklim şartları

Tekirdağ ili yarı karasal iklim tipine sahiptir. Kışları serin ve yağışlı, yazları kurak ve sıcaktır. Uzun yıllar (1940-2018) yıllık ortalama yağış miktarı yaklaşık 581.8 mm, sıcaklık 14 °C, nispi nem %77, buharlaşma miktarı 987.3 mm ve rüzgâr hızı 2.7 m s⁻¹ civarındadır (Devlet Meteoroloji İşleri, 2019). Deneme yılları boyunca ölçülen aylık yağış miktarları (2018-2019) ve uzun yıllar ortalaması *Tablo 1*'de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırma yılları süresince ve çok yıllık aylık yağış değerleri (mm)

Table 1. During the experimental years and long-term averages monthly precipitation values (mm)

Yıllar	Aylar												Toplam
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2018	76.5	96.3	76.8	10.6	27.4	75.4	82.7	-	18.7	48.2	48.2	113.4	673.2
2019	63.9	44.8	30.2	42.9	31.2	7.5	18.8	-	9.6	46.2	17.4	22.3	334.8
Çok yıllık	68.8	54.1	54.4	40.9	36.7	37.9	22.8	13.3	33.6	62.4	75.4	81.5	581.8

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri, 2019

2.3. Araştırmanın planlanması

Deneme alanı pedogenetik horizon oluşmamış çok genç, killi bünyeli (0-90 cm toprak profilinde ortalama %46.2 kil, %27.9 silt, %25.9 kum), Entisol toprak örtüsü üzerinde yer almaktadır (Boyras ve Sarı, 2012). Bor, tuzluluk, sodyumluluk, kireçlenme ile drenaj ve erozyon problemi yoktur. Sulama suyu kalitesi T₂S₁ (elektriksel iletkenlik 0.5 dS m⁻¹, sodyum absorpsiyon oranı 7.0)'dir. Deneme alanına ait toprak nem sabiteleri Tablo 2'de, bazı kimyasal analiz değerleri ise Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırma yeri topraklarına ait tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri

Table 2. Field capacity and wilting point values of the soil of the experimental area

Toprak derinliği (cm)	Tarla kapasitesi		Solma Noktası		Hacim ağırlığı (gr cm ⁻³)	Kullanılabilir su (mm)
	Pw (%)	mm	Pw (%)	mm		
0 – 30	19.70	96.9	10.23	50.3	1.64	46.6
30 – 60	20.21	101.3	9.97	50.0	1.67	51.3
60 – 90	21.26	107.8	11.18	56.7	1.69	51.1
Toplam		306.0		157.0		149.0

Tablo 3. Araştırma yeri topraklarına ait bazı kimyasal analiz değerleri

Table 3. Some chemical analysis values of the soil of the experimental area

Yıllar	Toprak derinliği (cm)	Sature toprakta pH	E.C. 10 ³ * 25°C	Toplam tuz (%)	Kireç CaCO ₃	Organik madde (%)	Yararlanılabilir (kg da ⁻¹)	
							P ₂ O ₅	K ₂ O
2018	0 – 20	6.9	492	0.021	0.92	0.93	11.2	128.9
	20 – 40	6.9	484	0.018	0.84	0.87	6.8	126.8
2019	0 – 20	7.1	551	0.022	0.86	0.90	12.8	137.5
	20 – 40	7.0	520	0.021	0.82	0.70	8.0	139.9

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sorgum-Sudan otu melezi (*Sorghum Bicolor-Sorghum Sudanense*) tohumu kullanılmıştır. Ekimler 14 Nisan 2018 ve 8 Nisan 2019 tarihlerinde yapılmıştır. Deneme parselleri 2.1 x 4.0 m boyutlarında olup, sıra arası 0.35 m ve sıra üzeri 0.20 m'dir. Her parselde toplam altı sıra oluşturulmuştur. Ekim ile birlikte tüm parsellere 40 kg da⁻¹ hesabıyla 20-20-0 gübresi (Bileşiminde %20 azot (N) ve %20 fosforu (P₂O₅) eşit oranda içeren gübre çeşidi) ve bitki boyu 40-45 cm boyuna geldiğinde ise 20 kg da⁻¹ hesabıyla üre gübresi (CO(NH₂)₂ - %46 azot (N) içeren gübre çeşidi) verilmiştir. Biçimi takiben sulanan konulara sulama öncesi 10 kg da⁻¹ hesabıyla üre gübresi verilmiştir. Her iki yılda deneme alanında ön bitki olarak kışlık buğday ekimi yapılmıştır.

2.4. Sulama konuları ve sulama uygulaması

Sulama konularının seçiminde, bitki boylarının ortalama 95-105 cm ulaştığındaki biçim zamanları esas alınmıştır. Ekimi takiben tüm parsellerin ilk biçiminin ardından konulu sulama uygulamalarına başlanmıştır. Biçimi takiben sulanan konular "I", sulanmayan konular "0" sembolüyle ifade edilmiştir. Deneme deseni, üç kez sulanan (III), iki kez sulanan (II0, I0I, 0II), bir kez sulanan (I00, 0I0, 00I) ve hiç sulanmayan (000) toplam sekiz konu ve üç tekerrürden oluşmuştur.

Sulama uygulaması yapılacak olan konulara verilecek sulama suyu miktarının belirlenmesinde; her biçimden önce ilgili konu parsellerinin etkili kök derinliğinden (0-90 cm) alınan toprak örneklerindeki eksik nem miktarının tarla kapasitesine çıkarılması esas alınmıştır (Howell ve ark., 1988). Parsellerin toprak nem düzeyleri, 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerden alınan toprak örnekleri ile gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Parsellere gerekli sulama suyu, göllendirmeli karık yöntemiyle uygulanmıştır.

Bitki su tüketiminin hesaplanmasında $ET_a = I + P \pm \Delta S$ su dengesi eşitliği kullanılmıştır (Beyce ve Madanoğlu, 1980). Eşitlikte; ET_a : bitki su tüketimi, I: sulama suyu, P: yağış ve ΔS : ekim ve hasat (biçim) dönemi arasında, toprak profilindeki nem değişimidir. Tüm ölçerler mm'dir. Denemede yağış değerlerinin tümü etkili olarak kabul edilmiştir. Belirtilen eşitlik gereğince bulunan bitki su tüketim değerleri, her biçim döneminin başında alınan toprak örnekleri kullanılarak yığışimli bitki su tüketim miktarları elde edilmiştir (İstanbulluoğlu, 1996). Deneme ilk yılı 30 Eylül 2018, ikinci yılı ise 24 Eylül 2019 tarihlerinde sonlandırılmıştır.

Deneme konularından elde edilen yeşil ot miktarları Varyans analizi ve Duncan sınıflaması ile istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Denemeden elde edilen yeşil ot değerleriyle, mevsimsel bitki su tüketim değerleri arasında doğrusal su üretim fonksiyonu ile oransal bitki su tüketimi açığı ile oransal verim azalması arasındaki ilişkiyi veren su-verim ilişkisi faktörü (k_y) belirlenmiştir. Bunun için Stewart modeli esas alınarak aşağıdaki eşitlik 1 kullanılmıştır (Doorenbos ve Kassam, 1979).

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (\text{Eş.1})$$

Eşitlikte; Y_a : gerçek verim (kg da^{-1}), Y_m : maksimum verim (kg da^{-1}), ET_a : gerçek bitki su tüketimi (mm), ET_m : maksimum bitki su tüketimi (mm) ve k_y : su-verim ilişkisi faktörüdür. Ayrıca her bir sulama konusundan elde edilen yeşil ot miktarının; toplam evapotranspirasyona oranı ile toplam su kullanım etkinlikleri (TWUE) ve toplam sulama suyu miktarına oranı ile de sulama suyu kullanım etkinlikleri (IWUE) hesaplanmıştır (Musick ve Dusek, 1980).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Sulamanın yeşil ot miktarı üzerine etkisi

Deneme konularından elde edilen yeşil ot miktarları kullanılarak her yıl için yapılan birleştirilmiş varyans analizi *Tablo 4'* de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda tekerrürler arasında istatistiki anlamda bir fark çıkmamıştır. Ancak konular arasında %1 düzeyde fark olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Araştırma yıllarında konularda elde edilen yeşil ot miktarları ($t da^{-1}$)
Table 4. Yields of green weed obtained from treatments in the experimental years ($t da^{-1}$)

Sulama Konuları	Yıllar		Ortalama
	2018	2019	
III	4.83 ab	5.23 a	5.03 a
II0	5.28 a	4.76 a	5.02 a
0II	4.30 ab	4.48 ab	4.39 ab
I0I	4.44 ab	3.93 bc	4.19 ab
I00	4.64 ab	3.78 c	4.21 ab
0I0	3.81 b	3.10 d	3.46 b
00I	3.67 b	2.71 d	3.19 b
000	3.73 b	2.67 d	3.20 b
Serbestlik derecesi	7	7	7
Kareler toplamı	0.163	19.607	11.598
Kareler ortalaması	0.081	2.801	1.657
F değeri	2.418*	121.68**	12.226**
P olasılık	2.76*	4.28**	4.28**

İki yıllık ortalama yeşil ot miktarları incelendiğinde, en yüksek verimler III ve II0 konularından elde edilmiştir. Bu konulardan elde edilen verim değerleri istatistiki olarak birinci sınıfta yer almıştır. Her iki konudan sırası ile 5.03 ve 5.02 $t da^{-1}$ yeşil ot verimi elde edilmiştir. İkinci sınıfa giren 0II konusundan 4.39 $t da^{-1}$, I00 konusundan

4.21 t da⁻¹ ve IOI konusundan 4.19 t da⁻¹ yeşil ot verimleri elde edilmiştir. Son sınıfa giren konular ise bir kez sulama uygulaması yapılan 0I0 ve 00I ile hiç sulanmayan 000 konuları olmuştur. Bu konulardan sırasıyla 3.46, 3.19 ve 3.20 t da⁻¹ yeşil ot verimleri elde edilmiştir.

Sulama konularından elde edilen yeşil ot miktarları değerlendirildiğinde, bu yörede üç kez sulama suyu uygulamasının yerine, ilk biçim döneminden başlayarak ardı ardına iki kez sulama suyu uygulanması halinde de yüksek verim elde edilmiştir. Eğer bir kez sulamanın yapılması isteniyorsa, bunun birinci biçimi takiben yapılması gerekmektedir. Çünkü Duncan testi sınıflandırması sonucunda, IO0 konusu ikinci sınıfta yer alırken, 0I0 ve 00I konuları son sınıfta yer almıştır. Ayrıca 00I konusu, ilk iki biçiminden sonra sulama yapılmaması nedeniyle üçüncü biçim boyuna ulaşamadığı için son biçim döneminde sulama yapılmamıştır. Bu yöre için Sorgum-Sudan otu melezinin, kuru koşullar için çok uygun olmadığı görülmüştür.

Sorgum-Sudan otu melezinin su eksikliğinin yeşil ot miktarına etkisini belirlemek amacıyla: Faci ve Fereres (1980), Dennis ve ark. (1982), Berenguer ve Faci (2001), Garofalo ve ark. (2011) ve İsmail ve ark. (2017) tarafından yapılan araştırmalarda, belirli düzeylerde uygulanan su kısıtının yeşil ot miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre benzer şekilde Sorgum-Sudan otu melezinin ilk ve ikinci biçim dönemlerini takip eden su kısıtlarının, yeşil ot miktarında önemli miktarda azalmalara neden olduğu gözlemlenmiştir.

3.2. Mevsimsel sulama suyu gereksinimi ve bitki su tüketimi

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve mevsimlik bitki su tüketimleri *Tablo 5*' de verilmiştir. Araştırma yıllarında ekim yapıldıktan sonra 24 Haziran 2018 ve 17 Haziran 2019 tarihlerinde tüm konularda birinci biçimler gerçekleşmiştir. Biçimlerden sonra ise konularına göre sulama suyu uygulamaları yapılmıştır.

Tablo 5. Araştırma konularına ait sulama suyu ve bitki su tüketimi miktarları (mm)
Table 5. Seasonal irrigation quantities and evapotranspiration for the irrigation treatments

Sulama Konuları	Araştırma Yılları				Ortalama		Sulama Sayısı
	2018		2019		Sulama	ET	
	Sulama	ET	Sulama	ET			
III	345	655	336	547	340.5	602	3
0II	268	578	270	482	269.5	530	2
IOI*	96*	406	89*	301	92.5*	354	1
II0	221	531	207	419	214.0	475	2
00I*	-*	310	-*	212	-*	261	0
0I0	132	442	134	346	133.0	394	1
I00	96	406	89	301	92.5	354	1
000	-	310	-	212	-	261	0

Not: * Bitki boyu yeterli olmadığından, konulu son sulama suyu uygulaması yapılmamıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda, konuların toprak nem içerikleri, verilen sulama suyu miktarları ve yağışlar göz önüne alınarak, her bir konunun aylık ve mevsimlik bitki su tüketim değerleri hesaplanmıştır. En az bitki su tüketimi 261 mm ile 000 ve 00I konularında olmuştur. Konulu sulamaları için, gerekli biçim boyuna ulaşamayan 00I ve IOI konularında son sulama uygulaması yapılamamıştır. Tüm gelişme dönemi boyunca en çok bitki su tüketimine 602 mm ile III konusunda olmuştur. Bunu 530 mm bitki su tüketimiyle 0II konusu, bilahare 475 mm ile II0 konusu takip etmiştir. Araştırma yılları arasında gelişme dönemi boyunca oluşan yağış farklılıkları nedeniyle bitki su tüketim değerlerinde farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

En yüksek aylık bitki su tüketimi konularına göre farklı olmakla birlikte, önerilen konular için Temmuz ayı olmuştur. Bu ay içerisinde en yüksek bitki su tüketimi 173 mm ile III konusunda ikinci 150 mm ile II0 konusunda olmuştur. Bu konulardan III konusunun günlük su tüketim miktarı 5.6 mm, II0 konusunun ise 4.8 mm olmuştur.

Araştırma sonucu elde edilen Sorgum-Sudan otu melezi bitki su tüketim değerleri; Miller ve Ottman (2010), Garofalo ve ark. (2011), Shenkut ve ark., (2013), Enciso ve ark., (2015) ve Dündar (2019) gibi araştırmacıların elde ettikleri değerler ile benzerlik göstermiştir. Farklı iklim ve toprak koşullarının etkisi altında yapılan araştırmalarda, Sorgum-Sudan otu melezinin bitki su tüketimi miktarı 360-884 mm arasında değiştiği gözlenmiştir.

3.3. Su üretim fonksiyonu ve su-verim ilişkisi faktörü (k_y)

Araştırma yıllarına ait mevsimlik bitki su tüketimi ve yeşil ot verimi miktarları kullanılarak elde edilen su üretim fonksiyonu Şekil 1’de verilmiştir. Yeşil ot miktarı ve bitki su tüketimi arasında $Y = 5.061ET + 2043.3$ ($r = 0.82^{**}$) gibi pozitif lineer bir ilişki bulunmuştur. Bu eşitliğin kullanılmasıyla bitki su tüketimine karşılık Sorgum-Sudan otu melezi yeşil ot miktarını tahmin etmek mümkündür.

Sulama programına, toprak ve iklim değişkenlikleri gibi etmenlere bağlı olarak, Tülücü (1985)’de belirttiği gibi su-verim ilişkisi doğrusal ya da eğrisel olabilmekle birlikte, Sorgum-Sudan otu melezi için yapılan çalışmalarda Faci ve Fereres (1980), Dennis ve ark., (1982), Myers ve ark., (1984) ve Berenguer ve ark., (2001) tarafından da benzer ilişkiler elde etmiştir.

Deneme konularından elde edilen bitki su tüketimi ve yeşil ot miktarları kullanılarak belirlenen, oransal bitki su tüketimi açığı ile oransal verim azalmasını ifade eden su-verim ilişkisi faktörü (k_y), toplam büyüme mevsimi için 0.66 olarak hesaplanmış ve Şekil 2’de verilmiştir.

Su-verim ilişkisi faktörü 2018 ve 2019 yılları içinde sırasıyla 0.53 ve 0.75 olarak hesaplanmıştır. 2019 yılında k_y değerinin yüksek olmasının nedeni çalışma dönemi boyunca düşen yağış miktarının 2018 yılına göre çok az olmasıdır. Bu durum bitkinin su kısıtına karşı daha duyarlı olmasını kılmıştır.

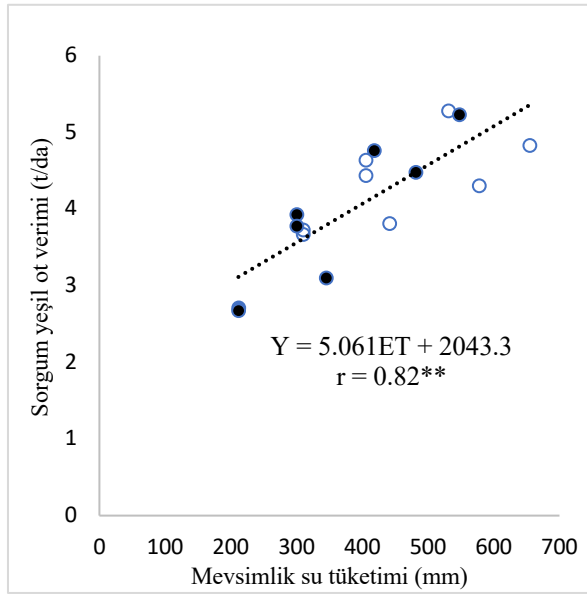


Figure 1. Relationships between seasonal evapotranspiration and green weed yield

Şekil 1. Bitki su tüketimi ve yeşil ot miktarına ait mevsimlik su üretim fonksiyonu

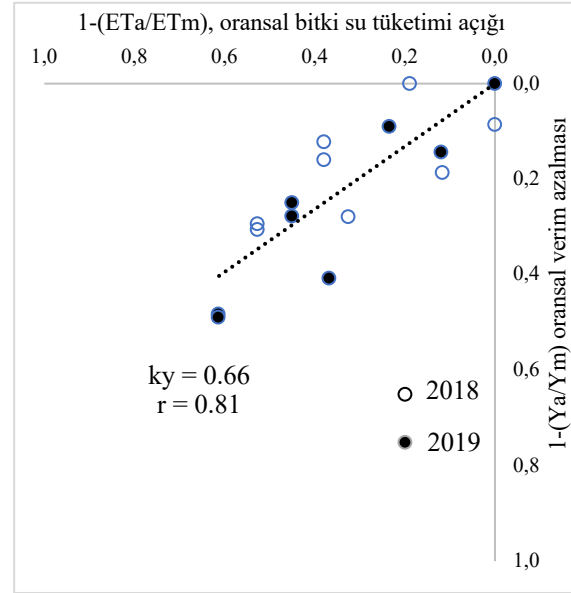


Figure 2. Relationships between relative evapotranspiration and green weed yield decrease

Şekil 2. Bitki büyüme mevsimine ait ortalama su-verim ilişkisi faktörü

3.4. Sorgum-Sudan otu melezinin su kullanım etkinliği ve su tasarrufu

Deneme konularından elde edilen verim azalması ve sulama suyu tasarrufları, Tablo 6’ da verilmiştir. Konular arasında en düşük verim azalması, ilk iki biçimi takiben sulanan II0 konusunda ortalama %0.2 olmuştur. Bu konun sulama suyu tasarrufu ise %37.2 oranında olmuştur. Bir tek sulama yapılması gerekiyorsa ve bunun ilk biçimi takiben yapılması önerilen I00 konusunda %72.8 gibi yüksek bir su tasarrufuna karşılık %16.3 verim azalması kaydedilmiştir. Hiç sulama yapılmayan 000 konusunda ortalama yeşil ot miktarı azalması %36.4 oranında olmuştur.

Tablo 6. Araştırma konularından elde edilen verim azalması ve sulama suyunda tasarruf değerleri
 Table 6. Yields of green weed decrease and irrigation water saving for the treatments in the experimental years

Sulama konuları	Verim azalması (%)			Sulama suyu tasarrufu (%)		
	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama
	2018	2019		2018	2019	
III	8.5	-	-	-	-	-
OII	18.6	14.3	12.7	22.3	19.6	21.0
IOI	15.9	24.9	16.7	72.2	73.5	72.8
II0	-	9.0	0.2	35.9	38.4	37.2
OOI	30.5	48.2	36.2	100.0	100.0	100.0
OIO	27.8	40.7	31.2	61.7	60.1	60.9
I00	12.1	27.7	16.3	72.2	73.5	72.8
000	29.4	49.0	36.4	100.0	100.0	100.0

Denemede ele alınan konulara ilişkin toplam su kullanım etkinlikleri (TWUE) ve sulama suyu kullanım etkinlikleri (IWUE) yıllar ve yılların ortalaması olarak *Tablo 7'* de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi IWUE değerleri TWUE değerlerine göre daha yüksektir. Bunun nedeni bitki su tüketim miktarının sulama suyu miktarından daha büyük olmasıdır.

Tablo 7. Araştırma konularından elde edilen TWUE ve IWUE değerleri ($kg m^{-3}$)

Table 7. The total water use efficiencies (TWUE) and the irrigation water use efficiencies (IWUE) for the treatments in the experiments years ($kg ha^{-1} mm^{-1}$)

Sulama konuları	Toplam su kullanım etkinliği			Sulama suyu kullanım etkinliği		
	Yıllar		Ortalama	Yıllar		Ortalama
	2018	2019		2018	2019	
III	7.4	9.6	8.4	14.0	15.6	14.8
OII	7.4	9.3	8.3	16.0	16.6	16.3
IOI	10.9	13.6	11.8	46.2	44.2	45.3
II0	9.9	11.4	10.6	23.9	23.0	23.5
OOI	11.8	12.8	12.2	-	-	-
OIO	8.6	8.9	8.8	28.9	23.1	26.2
I00	11.4	12.6	11.9	48.3	42.5	45.5
000	12.0	12.6	12.3	-	-	-

Ortalama değerler kullanılarak ele alınan sulama konuları arasında en yüksek TWUE değeri $12.3 kg m^{-3}$ olarak kuru koşullardaki 000 konusunda olmuştur. Sulama uygulaması yapılan konular incelendiğinde ise, en yüksek değer $11.9 kg m^{-3}$ ile I00 konusu, en düşük değer $8.3 kg m^{-3}$ ile OII konusu olmuştur. Bunun anlamı, ilk biçimi takiben sulama suyu verilmemesinden dolayı verim azalması olmuştur. Bu nedenle ilk biçimi takiben yapılan sulama önem taşımaktadır.

Aynı şekilde en yüksek IWUE değeri $45.5 kg m^{-3}$ ile I00 konusunda ve en düşük değeri ise $14.7 kg m^{-3}$ ile III konusunda elde edilmiştir. Bunun anlamı, bitki gelişme dönemi başlangıcında toprak neminin yeterli olması gerektiğidir. Burada bir kez daha ilk biçimi takiben yapılan sulamanın önemli olduğu görülmüştür. Fakat belli bir sulama suyu ve toprak nem miktarından sonra uygulanacak sulama suyu ile ürün artışı sağlanamayacağı ve Sorgum-Sudan otu melezinin her gelişme döneminde sudan eşit olarak yararlanmadığını göstermektedir (Tülücü, 1985).

Sorgum-Sudan otu melezi bitkisinin farklı çeşitleri üzerine yeterli sayıda çalışma olmamakla birlikte yapılan diğer araştırmalarda; Ismail ve ark., (2017) sulama suyu kullanım etkinliğinin (IWUE) artmasıyla ürün veriminin azalma gösterdiğini saptamıştır. Ancak Dennis ve ark., (1982) bitki su tüketiminin maksimumun altına düştüğünde su kullanım etkinliğinin (IWUE) sürekli olarak düştüğünü gözlemiştir. Buradan sorgum bitkisinin çeşitlerine de bağlı olarak toprak ve iklim özellikleri farklı olan bölgeler de su kullanım etkinliğinin farklılıklar gösterebileceği

anlaşılmaktadır. Sorgum Sudan otu melezi su-verim ilişkileri literatür farklılıklarının olası etkileri üzerine bir değerlendirme yapılamamıştır.

4. Sonuç

Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda konulardan elde edilen Sorgum-Sudan otu melezi yeşil ot miktarlarına göre yapılan birleştirilmiş varyans analizi ve Duncan testi sınıflandırması sonucu III konusu en yüksek miktarı vermiştir. Yapılan Duncan testi sınıflandırması sonucunda III konusu ile I10 konusu aynı sınıfta yer almıştır. Dolayısıyla her iki konu arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Herhangi bir su kısıtının olmadığı III tanık konusuna toplam 340 mm sulama suyu uygulanmış ve mevsimlik bitki su tüketimi 602 mm olarak belirlenmiştir. Bu konunun aylık en yüksek su tüketimi Temmuz ayında 173 mm olarak bulunmuştur. Bu konudan ortalama 5.03 t da⁻¹ yeşil ot miktarı elde edilmiştir. Benzer şekilde ilk ve ikinci biçimleri takiben sulanan I10 konusuna toplam 214 mm sulama suyu uygulanmış ve mevsimlik bitki su tüketimi 475 mm olarak saptanmıştır.

Sulama konularından elde edilen yeşil ot miktarı ile bitki su tüketimi arasında $Y = 5.061 ET + 2043.3$ ($r = 0.82^{**}$) eşitliği ile ifade lineer ilişki bulunmuştur. Su-verim ilişkisi faktörü $k_y = 0.66$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer 2018 ve 2019 yıllarında sırasıyla 0.53 ve 0.75 olmuştur. En yüksek TWUE ve IWUE değerleri ilk biçimi takiben bir kez sulanan I00 konusunda elde edilmiştir.

Sorgum-Sudan otu melezinin toprak nem eksikliğine duyarlı bir bitki olduğu ve en duyarlı döneminin birinci ve ikinci biçimleri takip eden dönemlerin olduğu görülmüştür. Yüksek verim elde etmek için büyüme mevsimi boyunca gerçekleştirilecek biçimleri takiben sulanması gerekmektedir. Bunun için ilk biçimin Haziran ayı, ikinci biçimin Temmuz ayı ikinci yarılarında, üçüncü biçimin ise Ağustos ayı son veya Eylül ayı ilk haftasında yapılmasını takiben sulama yapılmasıdır.

Su kaynaklarının kısıtlı olduğu koşullarda, ilk iki biçimi takiben yapılan sulamalardan sonra üçüncü biçimi takiben sulama yapılmayabilir. Şayet bir kez sulama imkânı olması halinde ise bu sulamanın mutlaka ilk biçimi takiben yapılması gerekmektedir.

Kaynakça

- Aras, İ., (2017). *Silajlık Sorgum (Sorghum Sp.)'un Verim ve Kalitesi Üzerine Farklı Sulama Suyu Tuzluluk Seviyelerinin Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır.
- Arslan M., Erdurmuş C., Öten M, Aydınoglu B. ve Çakmakçı S (2016). Sorgum ve Bazı Bitkilerin İle Farklı Oranlarda Karışımlarından Hazırlanan Silajların Kalite Özellikleri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 14(02): 34-41
- Berenguer, M.J., J.M. Faci, (2001). Sorghum (Sorghum Bicolor L. Moench) Yield Compensation Processes Under Different Plant Densities and Variable Water Supply. European Journal of Agronomy, Volume 15, Issue 1: Pages 43-55.
- Beyce, Ö., K. Madanoğlu, (1980). Bitki Su Tüketiminin Saptanması. TOPRAKSU Araştırma Ana Projesi, No: 433, Ankara.
- Boyras, D., H. Sarı, (2012). Tekirdağ Değirmenaltı-Muratlı Kavşağı Çevre yolunu Oluşturan Katenadaki Toprakların Fiziksel ve Zemin Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, 2012, 9(3), pp 68-78.
- Bullock, D.G., M. Dugarte-Fernandez, J.L. Fowler, (1991). Growth Analysis of Irrigated Sorghum- Sudan grass. Biotron Institute Kyushu University NII-Electronic Library Service, Biotronics Vol. 20: p. 9-17.
- Demirhan, F., (2007). Silajlık Olarak Kullanılabilecek İkinci Ürün Bazı Yem Bitkisi Türlerinin Morfolojik Özellikleri ve Ot Verimi Üzerine Araştırmalar, (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Dennis, P.G, D.G. Watts, C.Y. Sullivan, J.R. Gilley, (1982). Moisture Deficits and Grain Sorghum Performance: Evapotranspiration-Yield Relationships. Access Digital Library, Vol. 74, No. 5, p 815-820. September 1982, doi:10.2134/agronj1982.00021962007400050011x.
- DMİ, (2019). Tekirdağ İli 2018 ve 2019 Yılı Meteorolojik Rasat Özeti. Aylık Toplam Ortalama Sıcaklık, Yağış, Nem, Rüzgâr Hızı Değerleri. Tarım ve Ormanlık Bakanlığı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Tekirdağ.
- Dündar, M., (2019). Kısıtlılı Sulama Tekniğinin İkinci Ürün Tatlı Sorgumun Biyokütle ve Biyoetanol Verimine Etkilerinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Doorenbos, J., A.H. Kassami, (1979). Yield Respose to Water. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irrigation and Drainage Paper; 33, Roma.
- Ebenezer, A., A. Ayorinde, A. Olufayob, (2004). Evaluation of Two Temperature Stress Indices to Estimate Grain Sorghum Yield and Evapotranspiration. Access Digital Library, Vol. 96, No. 5: p. 1282-1287. Sept, 2004. doi:10.2134/agronj2004.1282.
- Enciso, J., J. Jifon, L. Ribera, S.D. Zapata, G.K. Ganjegunte, (2015). Yield, Water Use Efficiency and Economic Analysis of Energy Sorhgm in The South Texas. Science Direct Journals and Books, Biomass and Bioenergy. Volume: 81 Pages: 339-344.
- Faci, J.M., E. Fereres, (1980). Responses of Grain Sorghum to Variable Water Supply Under Two Irrigation Frequencies. Irrigation Sciene by Springer Link, (1), 49–159.
- Farre, I. ve Faci, J.M. (2006). Comparative response of maize (Zea mays L.) and sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean Environment. *Agricultural Water Management*. 83(1-2), 135-143.
- Garofalo, P., A.V. Vonella, S. Ruggieri, M. Rinaldi, (2011). Water and Radiation Use Efficiencies of Irrigated Biomass Sorghum in a Mediterranean Environment. Italian Journal of Agronomy; Volume 6, No. 2, pages 134-139.
- Howell T.A., Copeland K.S., Schneider A.D., Dusek D.A., (1988). Sprinkler Irrigation Management for Corn Southern Great Plaine. International Summer Meeting og The ASEA, Rushmore Plaza Civic Center, Rapid City, SD. USA.
- Howell, T.A., H.A. Cuenca, K.H. Solomon, (1990). Crop Yield response.Management of farm irrigation systems. Trans. ASAE Monograph Chap. S. USA.
- Kanber, R., O. Tekinel, R. Baştuğ, S. Önder, N. Baytorun, (1989). Peaunt Yield as Affeoted by deficit Irrigation Soil Texture. Sowing Date and Irrigation Interval “Theory and practice. Edit by J.R. Rydzeuski and cF. Ward”, Southampton.
- Karahocagil, P., H. Ege. 2004. Karma Yem Sanayi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Bakış. Sayı: 5 (9): 1–4.
- İstanbuluoğlu, A., (1996). Bitki Su Tüketiminin Doğrudan Ölçüldüğü, Tarla Deneme Parselleri Yöntemi, Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 240, Tekirdağ.
- Ismail, S.M., F.S. Nakhlawy, J.M. Basahi, (2017). Sudan Grass and Pearl Millets ductivity Under Different Irrigation Methods With Fully Irrigation and Stresses in Arid Regions. Japanese Society of Grassland Science, Grassland Science, Vol.64: pp 29–39.
- Shenkut, A., K. Tesfoye, F. Abegaz, (2013). Determination of Water Requirement and Crop Coefficient for Sorghum (Sorghum Bicolor L.). At Sciene, Techology and Arts Research Journal. Vol: 12, No 3. Paper 16-24.
- Şamlı H. E. ve Onarbay O. N. (2011). Farklı Depolama Şartlarının Bazı Protein Kaynaklı Yem Hammaddelerinin Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (3): 40-45;
- Miller, A.N., M.J. Ottman M.J.,(2010). Irrigation Frequency Effects on Growth and Ethanol Yield in Sweet Sorghum. Access Digital Library, Vol. 102 No. 1; p. 60-70. Jan 2010. doi:10.2134/agronj2009.0191

Myers, R.J.K., M.A. Foale, A.A. Done, (1984). Responses of Grain Sorghum to Varying Irrigation Frequency in the Ord Irrigation Area. II. Evapotranspiration, Water Use Efficiency and Root Distribution of Different Cultivars. *Crop & Pasture Science, Australian Journal of Agricultural Research*, 35(1): p. 31-42.

Musick, J.T., D.A. Dusek, (1980). Irrigated Corn Yield Response to Water. *Transactions of the ASAE*. Vol. 23, No: 1, Washington.

Tülücü, K., (1985). Tarımsal Sulamada Kısıntılı Su Uygulaması Su-Üretim Fonksiyonu Kavramı ve Kaynakların En İyi Kullanımı. *Doğa, Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 9(1).

Uzun, F., A.V. Garipğlu, N. Ocak, (2017). Water use efficiency, yield, and nutritive value of maize and sorghum cultivars irrigated in a shallow soil. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*. 32 (2017), 358-366 p.

Geotrichum citri-aurantii'nin Sebep Olduğu Turunçgil Ekşi Çürüklük Hastalığının Biyolojik Mücadelesinde Endofit Bakterilerin Biyokontrol Potansiyellerinin Belirlenmesi


Determination of Biocontrol Potentials of Endophytic Bacteria in Biological Control of Citrus Sour Rot Disease Caused by *Geotrichum citri-aurantii*

Soner SOYLU^{1*}, Merve KARA², Emine Mine SOYLU³, Aysun UYSAL⁴, Şener KURT⁵,


Öz


Turunçgil meyveleri, çeşitli fungal hastalık etmenleri tarafından neden olunan hasat sonrası hastalıklara karşı oldukça duyarlıdır. *Geotrichum citri-aurantii*'nin neden olduğu ekşi çürüklük, turunçgillerin en önemli hasat sonrası hastalıklarından biridir. Hastalıkla mücadelede genellikle sentetik fungusitler yaygın olarak kullanılsa da söz konusu uygulamaların son yıllarda etkisizliğinin yanı sıra insan sağlığı ve çevre üzerine olan zararlı etkileri birçok çalışmada bildirilmiştir. Hasat sonrası hastalıklara karşı antagonistik bakteri etmenlerinin kullanıldığı biyolojik mücadele, sentetik fungusitlere umut verici bir alternatif olduğu birçok farklı konukçu bitki patojen ilişkilerinin irdelendiği çalışmalarda araştırılmıştır. Bu çalışmada sağlıklı turunçgil ağaçlarının meyve, dal ve yapraklarından elde edilen endofitik bakteri izolatlarının biyokontrol potansiyelleri *G. citri-aurantii*'ye karşı petri denemeleri (*in vitro*) ve meyve testleri (yarı *in vivo*) ile araştırılmıştır. İzole edilen 24 aday bakteri izolatu arasında seçilen on altı farklı bakteri izolatu *G. citri-aurantii*'nin misel gelişiminin engellenmesi üzerine olan antagonistik potansiyeli *in vitro* çalışmalarda değerlendirilmiştir. Test edilen bakteriler arasında *Bacillus* spp. ait izolatlar fungal etmenin misel gelişimini % 59.5-78.6 oranında engellemiştir. En yüksek antagonistik etkinlik *B. subtilis* CM8 (% 78.6) izolatu tarafından neden olunmuştur. *Acinetobacter johnsonii* CT7, *Erwinia herbicola* CM5, *Pseudomonas putida* CL2, *Pantoea agglomerans* CM14, *Acinetobacter lwoffii* CP1 ve *Stenotrophomonas maltophilia* CP3 izolatları, ikili kültür denemelerinde misel gelişimini engellemede başarısız olmuştur. Bakteriye izolatların antagonistik etkinlikleri, fungus inokulasyonundan önceki ön inkübasyon süresi ile artmıştır. *Bacillus* spp. ait izolatlar engellenme bölgesine yakın noktadaki hiflerde vakuolleşme, büzüşme, şişme ve erime gibi önemli morfolojik değişikliklere neden olmuştur. Yapay olarak enfekte edilen turunçgil meyveleri üzerinde hastalık çıkışı *Bacillus* spp. ait izolatlar tarafından % 56.7-83.3 gibi önemli oranlarda baskılanmıştır. Elde edilen sonuçlar, *Bacillus* spp. ait izolatların güçlü antagonistik aktivitelerinden dolayı, turunçgillerin hasat sonrası hastalık etmen(ler)i ile mücadelesinde biyofungisit olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.


Anahtar kelimeler: Turunçgil, Ekşi çürüklük, *Geotrichum citri-aurantii*, Antagonist, Biyolojik mücadele, Endofit bakteri

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

²Merve KARA, Hatay Mustafa Kemal Univ., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Hatay, Türkiye. E-mail: mervekara@mku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-7320-3376.

³Emine Mine SOYLU, Hatay Mustafa Kemal Univ., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Hatay, Türkiye. E-mail: msoylu@mku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-5961-0848.

⁴Aysun UYSAL, Hatay Mustafa Kemal Univ. Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi, Hatay, Türkiye. E-mail: aysun.uyisal@mku.edu.tr  OrcID: 0000-0002-9067-285X.

⁵Şener KURT, Hatay Mustafa Kemal Univ. Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Hatay, Türkiye. E-mail: senerk31040@gmail.com  OrcID: 0000-0003-4545-5968.
Atıf/Citation: Soylu S., Kara M., Soylu E.M., Uysal A., Kurt Ş., *Geotrichum citri-aurantii*'nin Sebep Olduğu Turunçgil Ekşi Çürüklük Hastalığının Biyolojik Mücadelesinde Endofit Bakterilerin Biyokontrol Potansiyellerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 177-191.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

Citrus fruits are susceptible to postharvest decays caused by various pathogenic fungal disease agents. Citrus sour rot, caused by *Geotrichum citri-aurantii* is one of the most important postharvest diseases of citrus fruits. Although synthetic fungicides are commonly used to combat the disease, ineffectiveness of these applications as well as their harmful effects on human health and the environment have been reported in many studies recently. Biological control of postharvest diseases utilizing antagonistic bacteria has been explored in different host plant-pathogen interactions as a promising alternative to synthetic fungicides. In this study, biocontrol potentials of endophytic bacterial isolates, obtained from fruits, branch and leaves of healthy citrus trees, were investigated against *Geotrichum citri-aurantii* on petri plates (*in vitro*) and fruit tests (semi *in vivo* conditions). Among the 24 putative endophytic bacterial isolates isolated, sixteen different antagonist bacterial isolates were selected and assessed against mycelial growth inhibition of *G. citri-aurantii* *in vitro* studies. Among the bacterial isolates tested, *Bacillus* spp. isolates significantly inhibited mycelial growth of fungal agent by 59.5-78.6%. The highest mycelial growth inhibition was caused by *B. subtilis* CM8 (78.6%). Bacterial isolates of *Acinetobacter johnsonii* CT7, *Erwinia herbicola* CM5, *Pseudomonas putida* CL2, *Pantoea agglomerans* CM14, *Acinetobacter lwoffii* CP1 and *Stenotrophomonas maltophilia* CP3 failed to inhibit mycelial growth in dual culture assays. Antagonistic activities of bacterial isolates increased by the pre-incubation time before fungal inoculation. Bacterial isolates of *Bacillus* spp. caused considerably morphological changes such as vacuolation, shrivelling, swelling and lysis of hyphae close to inhibition zone. On artificially inoculated fruits, isolates of *Bacillus* spp. also found to suppressed disease incidence significantly by 56.7-83.3%. Due to strong antagonistic activities, isolates of *Bacillus* spp. tested in this study have the potential to be used as biofungicide for controlling post-harvest disease agent(s) of citrus fruits.

Key words: Citrus, Sour rot, *Geotrichum citri-aurantii*, Antagonist, Biological control, Endophytic bacteria

1. Giriş

Ana vatanı Çin, Güneydoğu Asya ve Hindistan olan turunçgillerin, subtropik iklime sahip hemen hemen tüm ülkelerde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde en fazla turunçgil yetiştiriciliği subtropik iklime sahip olan Akdeniz ve Ege bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Ülkemizde turunçgil meyveleri, üretim miktarı ve dış satım geliri alanlarında yaş meyve ve sebze grubu içerisinde çok önemli bir konuma sahiptir (Anonim, 2020a). TÜİK'in 2020 yılı üretim istatistiklerine göre ülkemiz yaklaşık 51 milyon ton yaş meyve ve sebze üretim miktarı ile dünya genelinde önemli üretici ülkeler konumundadır (Anonim, 2020b). Dünya genelinde Turunçgil üretimi, toplam meyve üretimi içerisinde miktar olarak üzüm ve elmadan sonra 2 üçüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2019). FAO'nun 2019 yılı üretim istatistiklerine göre, Türkiye yaklaşık 4.345.681 ton toplam turunçgil üretimi ile Çin, Brezilya, Hindistan, A.B.D, İspanya, Meksika, Mısır ve İran gibi ülkelere sonra 9. sırada yer alarak, Dünya turunçgil üretiminin %3.74'ünü karşılamıştır (Anonymous, 2019).

Turunçgil meyveleri bahçeden sofraya gelinceye kadar farklı aşamalarda birçok fungal hastalık etmeninin saldırısına maruz kalmaktadır. Fungal hastalıklar meyve ve sebzelerde olduğu gibi, turunçgillerin hasadı, depolanması, paketlenmesi ve taşınmaları sırasında en fazla ürün kaybına neden olan biyotik faktörlerin başında gelmektedir (Eckert ve Eaks, 1989). Derim sonrasında turunçgillerde ortaya çıkan hastalıklar arasında mavi ve yeşil küf (*Penicillium italicum* ve *P. digitatum*) ile ekşi çürüklük (*Geotrichum citri-aurantii*) ekonomik anlamda en önemli hastalıklar olarak bildirilmiştir (Maldonado ve ark., 2009; Bazioli ve ark., 2019).

Turunçgil bahçelerinde yaygın bulunan ekşi çürüklük hastalığı toprak kökenli hastalık etmeni *Geotrichum citri-aurantii* tarafından neden olunur. Ascomycotina takımının Saccharomycetes sınıfına ait olan etmenin arthrokonidileri meyve yüzeylerine rüzgar veya yağmur sıçratmasıyla bulaşarak meyvelerde enfeksiyona neden olmaktadır. Ekşi çürüklük sıklıkla yeşil küf ile ilişkilidir ve yeşil küfün varlığı hastalığın gelişimini teşvik eder (Eckert ve Eaks, 1989). Turunçgillerde hasat sonu hastalıklarla mücadelede kullanılan kimyasal uygulamalar hastalık etmeni *Geotrichum citri-aurantii*'ye karşı yeterince etkili değildir. Nitekim pek çok hasat sonu hastalık etmenleriyle mücadelede kullanılan Imazalil ve Thiabendazole etken maddeleri içeren fungusitler daha sonraki yıllarda *Geotrichum citri-aurantii*'ye karşı yeterince etkinlik göster(e)mediği veya patojenin kullanılan bu fungusitlere karşı direnç geliştirdiği bildirilmiştir (Liu ve ark., 2009; Horuz ve Kınay, 2010). Hastalık etmenine karşı fungusitlerden sodium o-phenylphenate kısmen etkinlik göstermektedir (Feng ve ark., 2011). Hao ve ark. (2010)'a göre bazı ülkelerde kullanılan ve hastalığa karşı etkili olduğu bildirilen Guazatine terkipli fungusitlerin diğer ülkelerde ruhsatlı olmaması, kullanılan fungusitlere karşı patojenin dayanıklı yeni ırklarının gelişmesi, kültürel önlemlerin hastalığın ortaya çıkışında ve epidemiy yapmasında etkili olamaması gibi durumlar, üreticiler ve bilim insanlarını hastalık etmeniyle mücadelede yeni alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine yöneltmiştir (Smilanick ve ark., 2007; Smilanick ve Mansour, 2007; Horuz, 2009; Bazioli ve ark., 2019). Son yıllarda hastalık etmenleri ile biyolojik mücadele, dayanıklılığın teşvik edilmesi, doğal bitkisel preparatların kullanılması gibi çalışmalara hız verilmiş ve olumlu sonuçlar alınmaya başlanmıştır (Horuz ve ark., 2019; Bozkurt ve Soylu., 2019). Derim sonrası *G. citri-aurantii*'nin neden olduğu ekşi çürüklük ile biyolojik mücadele çalışmalarında daha çok mayalar olmak üzere oldukça az sayıda biyolojik mücadele etmeni mikroorganizmaların antagonistik potansiyelleri ve olası biyokontrol mekanizmaları araştırılmıştır (Liu et al., 2010; Hong ve ark., 2014; Kong ve ark., 2016; Soto ve ark., 2018; Bazioli ve ark., 2019; Carmona-Hernandez ve ark., 2019; Bora ve Bora, 2020; Wang ve ark., 2020)

Son yıllarda PGPR veya epifitik bakterilerin yanı sıra endofit bakterilerde biyolojik mücadele kapsamında hastalıklarla mücadelede kullanılmaktadır. Yapılan önceki çalışmalarda, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Chryseobacterium*, *Clavibacter*, *Curtobacterium*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Phyllobacterium*, *Pseudomonas*, *Serratia*, ve *Stenotrophomonas* gibi bakteriyel cinslere dahil birçok endofit antagonistik bakteri türleri farklı kültür ve yabancı bitkilerden izole edilerek biyolojik mücadele, bitki gelişimini teşvik etme ile ilişkili çalışmalarda karakterize edilmişlerdir (Sturz ve ark., 2000; Duman ve Soylu, 2019; Aktan ve Soylu, 2020; Soylu ve ark, 2020). Endofit bakteriler yüzey dezenfeksiyonu yapılmış bitki dokularının iç dokularından izole edilen, uygulama yapıldığı bitkilere herhangi bir zarar vermeyen bakteriler olarak tanımlanmaktadır (Sülü ve ark, 2016; Eljounaidi ve ark., 2016; Kara ve ark., 2020). Farklı türlere ait birçok endofit bakteri izolatları genellikle sağlıklı olmak üzere her türlü bitkinin çiçek, yaprak, meyve, gövde, kök ve tohum gibi farklı kısımlarından izole edilmiştir (Tan ve ark., 2012; Duman ve Soylu, 2019; Kara ve ark., 2020).

Yapılan literatür araştırmasında turunçgil meyvelerinde ekşi çürüklük hastalık etmeni ile biyolojik mücadele kapsamında daha çok antagonist mayalar ile az sayıda epifit karakterdeki bakterilerin kullanıldığı oldukça kısıtlı sayıda çalışma mevcut olup (Liu ve ark., 2010; Hong ve ark., 2014; Soto ve ark., 2018; Liu ve ark.,2019). Ülkemizde *G. citri-aurantii*'nin neden olduğu ekşi çürüklük ile biyolojik mücadelede kompostlardan elde edilmiş bakteri izolatlarının kullanıldığı yakın zamanda yapılmış çalışma (Gedik, 2019) dışında, sağlıklı turunçgil ağaçlarından elde edilmiş endofit bakterilerin etkinliğinin araştırıldığı herhangi bir biyolojik mücadele çalışmasına rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada turunçgil meyvelerin, dal ve yaprakların iç dokularından elde edilen farklı türlere ait antagonistik potansiyele sahip endofit biyokontrol bakteri izolatlarının izolasyonu, teşhisi, turunçgillerde en önemli hasat sonu fungal hastalık etmenlerinden biri olan *G. citri-aurantii*'ye karşı biyokontrol etkinliği *in vitro* ve *in vivo* koşullarda araştırılmıştır. Ayrıca mikroskopik çalışmalar ile antagonist endofit bakterilerin fungus hifleri üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Fungal hastalık etmeni *Geotrichum citri-aurantii*'nin izolasyonu ve tanınması

Fungal hastalık etmeni *G. citri-aurantii*, sörvey yapılan bahçelerdeki enfekteli mandarin meyvelerinin (Şekil 1A) kabuk dokularından izole edilmiştir. Kesilen parçalar, %2'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonunda 2 dakika yüzey sterilizasyonu yapılarak PDA (Potato Dextrose Agar) besi ortamında 25°C'de 5-7 gün inkübe edilmiştir. PDA besi ortamında gelişen fungal koloniler saflaştırılmış (Şekil 1B) ve fungal kolonilerin tanısı morfolojik ve mikroskopik olarak gerçekleştirilmiştir (McKay ve ark., 2012). Fungus, tek spor izolasyon tekniği kullanılarak saflaştırılmıştır.

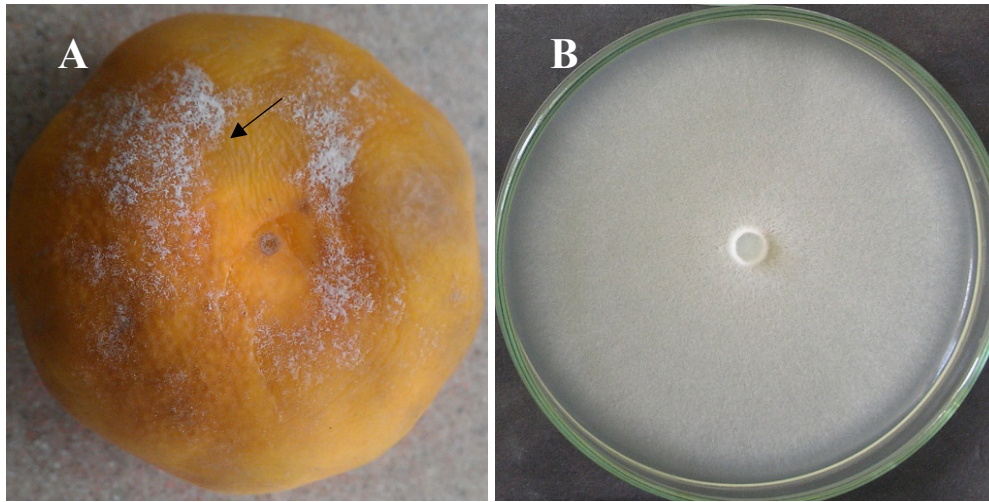


Figure 1. (A) Typical disease symptoms caused by sour rot disease agent *G. citri-aurantii* on mandarin fruits such as softening and sporulation (arrow). (B) Mycelial growth of fungal agent isolated from diseased fruits on PDA nutrient medium

Şekil 1. (A) Ekşi çürüklük hastalık etmeni *G. citri-aurantii*'nin mandarin meyveleri üzerinde oluşturduğu yumuşama (*) ve sporulasyon (ok) şeklinde görülen tipik hastalık belirtileri. (B) Hastalıklı turunçgil meyvesinden izole edilen fungal etmenin PDA besi ortamındaki misel gelişimi

2.2. Endofit bakteri izolatlarının izolasyonu ve seçimi

Endofit bakteriler yüzey dezenfeksiyonu yapılmış portakal, limon, mandarin ve turunç ağaçlarının meyve, dal ve yapraklarından elde edilmiştir. Sağlıklı bitki örneklerinin yüzeyleri öncelikle %70'lik etil alkol ile silinmiş, daha sonra %3'lük çamaşır suyunda 5 dak. bekletilmek suretiyle yüzey dezenfeksiyonları yapılmıştır. Yüzey sterilizasyonu yapılan yaprak, gövde ve meyve örnekleri 3 kez steril su ile durulanmıştır. Yüzey dezenfeksiyonu yapılmış meyvelerin yıkamalarında kullanılan son durulama suyundan alınan 200 µl yıkama suyu besi ortamı içeren petriyeler üzerine yayılmış ve bakteri gelişiminin gözlenmemiş olması dezenfeksiyon işleminin başarısını teyit

etmiştir (Duman ve Soylu, 2019). Yüze dezenfeksiyonu yapılan yapraklar doğrudan steril 10 mM MgCl₂ solüsyonunda (pH 7.2) ezilmiş ve elde edilen süspansiyon genel [Tryptic Soy Agar (TSA) ve Nutrient Agar (NA)] ve seçici [(King B Agar (KB))] besi ortamlarına (Merck, Germany) ekimleri yapılmıştır. Yüze dezenfeksiyonu yapılmış gövde ve meyveler ise aseptik olarak üst yüzeyleri kesilip atılmış, alt dokular doğrudan besi ortamların yüzeylerine baskılama (imprinting) yöntemi ile bakteri izolatlarının besi ortamlarının yüzeylerine doğrudan izolasyonları yapılmıştır (Aktan ve Soylu, 2020; Kara ve ark., 2020). Tüm petriyer, 26°C’de 48 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra besi ortamların yüzeyinde gelişen farklı morfolojik görünüşteki bakteri kolonilerinden saflaştırmalar yapılmıştır. Petriyeri temsilen farklı morfolojik görünüşteki bakteri kolonilerinin her biri “aday antagonist bakteri izolatu” olarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen antagonist adayı endofit bakteri izolatları biyolojik etkinlik çalışmalarında kullanılmadan önce bitki hastalık etmeni olup olmadıkları tütün bitkisinde aşırı duyarlılık (HR) testi, patates dilimleri üzerinde yumuşak çürüklük testi ve 37°C’de gelişebilme testlerine tabi tutulmak suretiyle belirlenmişlerdir (Lelliot ve Stead, 1987). Tütünde HR, patates dilimleri üzerinde yumuşak çürüklük oluşturmeyen, 37°C’de gelişmeyen izolatlar “aday antagonist endofit bakteri” olarak *in vitro* ve *in vivo* biyoetkinlik çalışmalarında kullanılmak üzere teşhisleri yapılmaya kadar TSA besi yeri içeren petriyer üzerinde +4°C’de saklanmıştır.

2.3. Endofit bakteri izolatlarının tanılanması

Endofit bakterilerin ön teşhisleri, katalaz ve oksidaz aktivitesi, gram reaksiyonu ve KB bes ortamında floresan pigment üretimi gibi biyokimyasal testlerle belirlenmiştir (Lelliot and Stead, 1987). Endofit bakteri izolatlarının tür düzeylerinde tanılamaları MALDI-TOF MS (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization–Time of Flight Mass Spectrometer) cihazı (Bruker Daltonics, Bremen, Germany) kullanılmak suretiyle yapılmıştır (Soylu ve ark., 2020). Etanol-formik asit ekstraksiyon yöntemi kullanılarak tek kolonilerden saflaştırılan aday antagonist endofit bakteri izolatlarından protein izolasyonu yapılmış, izolatlara spesifik protein spektrumları Maldı Biotyper Real-Time Classification (RTC) yazılımı (Biotyper 3.0; Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) ile cihazın kütüphanesinde yer alan referans kültür türlerine ait spektrumlarla karşılaştırılmak suretiyle yüksek güvenilirliğe sahip skor değerinde tür düzeylerinde tanılanmışlardır (Chalupová ve ark., 2014).

2.4. Endofit bakterilerin antagonistik etkilerinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi

Meyve, dal ve yaprakların iç dokularından elde edilen endofit bakterilerin *in vitro* biyokontrol (antagonist) etkinlikleri PDA besi yerleri üzerinde ikili kültür testlemeleriyle belirlenmiştir (Soylu ve ark., 2020). Bu testlemelerde besi yerleri üzerinin bir ucuna testlenecek aday endofit bakteri izolatu çizilerek 26°C’de 2 gün ön inkübasyona bırakılmıştır. Bakteriler geliştikten sonra gelişen koloninin 4 cm uzağına 5 günlük fungus kültürünün aktif olarak gelişen uç kısmından alınan 5 mm çapında misel diskler yerleştirilerek ikili kültür kapları 26°C’de gelişmeye bırakılmıştır. Kontrol olarak fungus, bakteri çizimi yapılmamış petriyer aktarılmıştır. Fungusun misel gelişimi kontrol olarak kullanılan petriyerde belirlenen noktaya ulaşmasıyla birlikte, aday endofit antagonist bakteri izolatlarının bulunduğu tüm petriyerde bakteriye doğru gelişen fungus misel gelişimleri (Mu) ölçülmüş ve kontrol petriyerdeki misel (Mk) gelişmesine göre % engelleme oranları (%Engelleme= ([Mk-Mu] / Mk) *100) hesaplanmıştır (Soylu ve ark., 2020).

2.5. Ön inkübasyon süresi ile antagonistik etkinlik arasındaki ilişkinin belirlenmesi

İkili kültür testleri sonucunda en etkili olduğu belirlenen antagonist izolatlar, PDA besi ortamına fungusların aktarılmasından 1, 24 ve 48 saat öncesinden çizilerek 26°C’de ön inkübasyona bırakılmış ve ardından fungus kültürü aktarılmıştır. Ön inkübasyon değerlendirmeleri, ikili kültür değerlendirmelerinde olduğu gibi yapılarak misel gelişimlerinin % engelleme oranları hesaplanmıştır.

2.6. Endofit bakteri izolatlarının fungus hiflerinin neden oldukları morfolojik değişikliklerin belirlenmesi

Endofit bakteri izolatlarının bulunduğu petriyerde geliştirilen fungusların miselleri üzerinde meydana gelen morfolojik değişiklikler DIC-Nomarski ekipmanlı ışık mikroskobu (OLYMPUS BX-51) altında belirlenmiştir. İkili kültür testlerinin yapıldığı petriyerde engellenme bölgesine yakın yerlerdeki hiflerin üzerindeki yapısal değişikliklerin yanısıra petri kaplarının yarısına ulaşan fungus kültürleri üzerine antagonist bakteri süspansiyonları püskürtülerek gelişmeye bırakılmış ve fungus miselleri üzerinde oluşan morfolojik değişikliklerin mikroskopik incelemeleri uygulamalardan 2, 4 ve 7 gün sonra doğrudan besi ortamı üzerinde gelişen miseller üzerinde yapılmıştır. Muamele görmüş fungal yapıları ışık mikroskobunda incelemek için %50 glycerol içinde preparatları

hazırlanıp, fungal hifler üzerindeki yapısal değişiklikler gözlenmiştir. Ayrıca ikili kültür testlerinde bakteri ile fungus gelişiminin gözleendiği en uç noktada mikroskopik gözlemler yapılarak engellenme bölgelerindeki fungusun hifleri üzerindeki morfolojik değişiklikler kayıt edilmiştir.

2.7. Endofit bakterileri izolatlarının in vivo koşullarda hastalık gelişimi üzerine biyoetkinliklerinin belirlenmesi

Fungal süspansiyonun hazırlanması için; G. citri-aurantii izolatu PDA besi ortamında 26°C'de 7 gün boyunca gelişmeye bırakılmıştır. İnokulum süspansiyonu, 5 günlük fungus kültürlerinin bulunduğu besi ortamı üzerine 50 ml steril su eklendikten sonra steril cam bagetle yüzeyinden sporlar kazınıp, hazırlanan süspansiyonun konsantrasyonu hemositometre yardımıyla 10⁶ arthrospor/ml olacak şekilde ayarlanmıştır (Kara ve Soylu, 2020).

Bakteri süspansiyonunun hazırlanması için; in vitro etkinlik çalışmaları sonuçlarına göre seçilen 10 endofit bakteri izolatın in vivo etkinliklerini belirlemek için, seçilmiş bakteri izolatları sıvı besi yerinde (LB) orbital çalkalamalı inkübatörlerde 200 rpm'de 48 saat boyunca geliştirilmiştir. Sıvı kültürde gelişen bakteri hücreleri soğutmalı santrifüj ile çöktürülerek pelet haline getirilmiş, üst kısımdaki sıvı besi ortamı (supernatant) atıldıktan sonra pelet steril 10 mM MgCl₂ solüsyonu ile sulandırılmış, bakteri süspansiyon konsantrasyonları (10⁸ hücre/ml) spektrofotometre yardımıyla (Perkin Emler, Lambda 25, USA) 620 nm dalga boyunda ölçülerek çalışmalarda kullanılmıştır.

Antagonist bakterilerin in vivo etkinliği 5 lt kapasiteli cam kavanozlar içinde belirlenmiştir. Sağlıklı turunçgil meyveleri (cv. Owari Satsuma) öncelikle bahçeden dikkatli bir şekilde hasat edildikten sonra yüzey sterilizasyonu yapılmış ve orta eksenli boyunca 4 farklı noktaya kürdanla yara açılıp, daha önceden hazırlanan fungal spor süspansiyonundan 50 µl damlatılmıştır (Kara ve Soylu, 2020). Uygulama görmüş meyveler laboratuvarda kurumaya bırakıldıktan 1 saat sonra üzerlerine hazırlanan bakteri süspansiyonu püskürtülmüştür. Uygulama yapılan meyveler (n=5) 5 lt kapasiteli kavanozlarda (n=3) oda sıcaklığında (22°C) inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol olarak fungusla inokule edilmiş meyveler üzerine bakteri süspansiyonu yerine steril su püskürtülmüştür. Uygulama yapılan meyvelerde hastalık gelişimi yumuşama oluşumu ve çapları ölçülmek suretiyle kontrol meyvelerindeki gelişimle kıyaslanarak bakterilerin etkinliği ortaya konulmuştur.

2.8. İstatistik analizi

Laboratuvar koşullarında yürütülen in vitro ve in vivo denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş, her bakteri izolat-fungus kombinasyonu için ölçümler [misel gelişimi ve yumuşak çürüklük çapları (mm)] 3 tekrarlı olmak üzere 5 farklı petri/meyve üzerinde yapılmış ve deneme 2 farklı zamanda tekrar edilmiştir. Elde edilen tüm veriler %etkinliğe çevrilmeden, IBM SPSS istatistik programı (versiyon 17.0) kullanılarak tek yönlü ANOVA ile varyans analizi yapılmış ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile izolatlar arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Fungal hastalık etmeni Geotrichum citri-aurantii'nin izolasyonu ve tanılanması

Fungal kültürün elde edilmesi için, derim sonrası bahçeden depoya veya paketlenme tesisine getirilen ve hastalıklı olduğu düşünülen mandarin meyvelerinden izolasyon işlemi yapılmıştır. Hastalıklı dokular PDA besi ortamı içeren petrielerde 25°C'de 5-7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen kolonilerden yapılan mikroskopik gözlemler sonucunda besi yerinde beyaz, dairesel olarak ve hızlı gelişen, göreceli olarak seyrek koloniler incelenmiştir. Hif ve konidi yapısı gibi morfolojik ve taksonomik karakterlere dayanarak etmenin *Geotrichum citri-aurantii* türü olduğu tanımlanmıştır (McKay ve ark., 2012).

3.2. Endofit bakteri izolatlarının izolasyonu

Hatay ilinin en fazla turunçgil tarımının yapıldığı Erzincan ilinin farklı bahçelerindeki sağlıklı limon, mandarin, portakal ve turunç gibi ağaçların meyve, yaprak ve dalların iç dokularından toplam 34 adet endofit karakterde aday antagonist bakteriyel izolat elde edilmiştir. Elde edilen bu izolatlar öncelikle bitki patojeni olup olmadığının belirlenmesi amacı ile tütünde aşırı duyarlılık testine tabi tutulmuştur. Yapılan test sonucunda 34 aday bakteriden

28 adet bakterinin inokulasyon noktasında herhangi bir duyarlılık belirtisine neden olmazken, 5 izolat patates dilimleri üzerinde yumuşak çürüklüğe neden olmuş, 7 izolat 37 °C'de gelişim göstermiş olup bu izolatların potansiyel bitki ve insan patojeni olma olasılığı nedeniyle denemelerden çıkartılmıştır. Geri kalan 16 antagonist bakteri izolatu ile detaylı çalışmalar yapılmaya karar verilmiştir.

3.3. Endofit bakteri izolatlarının tanınması

İzolasyon çalışmaları sonucunda insan ve bitki patojeni olmadığı belirlenen 16 adet endofit antagonist bakteri izolatının turunçgil meyvelerinde ekşi çürüklük olarak bilinen hastalığa neden olan fungal etmen *G. citri-aurantii*'ye karşı antagonistik potansiyelleri *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. Elde edilen 16 izolat yapılan MALDI-TOF MS analizleri sonucundan 5 tanesi *Bacillus subtilis* (CP4, CM8, CL10, CL12, CL15), 2 tanesi *Bacillus amyloliquefaciens* (CM9, CM11) diğerleri ise *Serratia marcescens*, *Acinetobacter lwoffii*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas koreensis*, *Pseudomonas putida*, *Erwinia herbicola*, *Acinetobacter johnsonii*, *Pseudomonas frederisbergensis* olarak belirlenmiştir.

3.4. Endofit bakterilerin antagonistik etkilerinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi

Endofit bakterilerle fungal etmenin birlikte yer aldıkları ikili kültür testlerinde, *Bacillus* spp. ait izolatların fungal etmenin misel gelişimini %59.5-78.6 gibi oldukça yüksek oranda engellediği belirlenmiştir (Tablo 1). Bakteri izolatları arasında fungus misel gelişiminin engellenmesinde en yüksek antagonistik etki *B. subtilis* CM8 izolatının bulunduğu ikili kültür petride %78.6 oranında tespit edilmiştir (Tablo 1 ve Şekil 2). İzolatlar içinde *Acinetobacter johnsonii* CT7, *Erwinia herbicola* CM5, *Pseudomonas putida* CL2, *Pantoea agglomerans* CM14, *Acinetobacter lwoffii* CP1 ve *Stenotrophomonas maltophilia* CP3 misel gelişimini engellemede kontrol ile karşılaştırıldığında etkili olmadığı belirlenmiştir (Tablo 1, Şekil 2). *Bacillus* türleri dışında bir diğer antagonist tür olan *Serratia marcescens* CT6 izolatu patojen gelişimini % 43.5 gibi yüksek oranda engellemiş olup, *Bacillus* türlerinden istatistiksel olarak farklı bir grupta yer almıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Turunçgil meyve, yaprak ve dalların iç dokularından elde edilen antagonist endofit bakteri izolatının *in vitro* koşullarda fungal hastalık etmeni *G. citri-aurantii*'nin misel gelişimini engelleme (%) potansiyeli^a
Table 1. *In vitro* inhibitory (%) potentials of endophytic bacterial isolates, obtained from inner tissues of fruits, leaves and branches, against mycelial growth of fungal disease agent *G. citri-aurantii*^a

Tür ismi	Misel gelişimi (mm) ^b	Misel gelişiminin engelleme oranı (%)
<i>G. citri-aurantii</i> CM1	43.7 ^g	0.00
<i>Bacillus subtilis</i> CM8	9.3 ^a	78.6
<i>Bacillus subtilis</i> CP4	11.7 ^{ab}	73.3
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CM9	12.0 ^{ab}	72.5
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CT11	12.7 ^{ab}	71.0
<i>Bacillus subtilis</i> CL15	13.0 ^{ab}	70.2
<i>Bacillus subtilis</i> CL12	13.7 ^b	68.7
<i>Bacillus subtilis</i> CL10	17.7 ^c	59.5
<i>Serratia marcescens</i> CT6	24.7 ^d	43.5
<i>Pseudomonas frederisbergensis</i> CM13	28.7 ^e	34.4
<i>Pseudomonas koreensis</i> CL16	36.0 ^f	17.6
<i>Acinetobacter johnsonii</i> CT7	39.7 ^g	9.2
<i>Erwinia herbicola</i> CM5	40.3 ^g	7.6
<i>Pseudomonas putida</i> CL2	40.7 ^g	6.9
<i>Pantoea agglomerans</i> CM14	41.0 ^g	6.1
<i>Acinetobacter lwoffii</i> CP1	41.7 ^g	4.6
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> CP3	43.3 ^g	0.8

^a Bakteri izolatları PDA üzerine patojen inokulasyonundan 48 saat önce çizilmiştir. Bakterilerin bulunduğu petrilerde fungusun bakteriye doğru giden misel gelişimi (mm) ölçülerek kontrol petrilerdeki gelişmeye göre kıyaslanmış ve engelleme oranları (%) hesaplanmıştır.

^b Elde edilen değerler 5 farklı petri kabında ölçümlerin ortalaması olup, deneme farklı zamanlarda 2 kez tekrar edilmiştir. Sütun içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki farklı harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi, $P < 0.05$).

Mohammadi ve ark., (2017) *Bacillus subtilis*, *B. pumilus*, *B. cereus*, *B. megaterium* ve *Agrobacterium radiobacter* türlerine ait epifit bakteri izolatlarının turunçgillerde *Penicillium digitatum*'a karşı antagonistik özelliklerini *in vitro* koşullarda araştırdıkları çalışmada en ümitvar bakterilerin *B. subtilis* ve *A. radiobacter* olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Soto ve ark. (2018) limon meyvelerinde hasat sonrası fungal hastalık etmenlerinden *Geotrichum citri-aurantii*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* ve *Phyllosticta citricarpa*'ya karşı maya, fungus izolatlarının yanısıra *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans* ve *Pseudomonas syringae* gibi bakteri izolatların fungal etmenlerin misel gelişimini engellemede değişen oranlarda etkinlikler gösterdiğini bildirmişlerdir. Hong ve ark. (2014) mandarin meyvelerinde *Penicillium digitatum*, *P. italicum* ve *Geotrichum citri-aurantii*'nin neden olduğu hastalıkları engellemede sıcak su uygulaması ile birlikte epifitik *Bacillus amyloliquefaciens* HF-01 izolatı ile sodium bicarbonate kombinasyonunun etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında kontrole kıyasla meyvelerde hastalık çıkışını %80 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Ghazanfar ve ark. (2016) tarafından domates meyvelerinde hasat sonrası meyve çürüklüğüne neden olan bir diğer türü *Geotrichum candidum*'a karşı sağlıklı domates bitkilerinin kök bölgelerinden 25 farklı fungal ve bakteriyel izolat elde etmişlerdir. Yapılan ikili kültür testlerinde, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus* spp., ve *Pseudomonas fluorescens* izolatların fungal etmenin *in vitro* koşullarda misel gelişimini, *in vivo* koşullarda ise hastalık çıkışını etkili bir şekilde engellediğini bildirmişlerdir.

Bacillus türleri içerisinde antagonistik özelliği bulunan *B. subtilis* türünün, antibiyotik maddeleri sentezleyebilme özelliğinden ötürü biyolojik çalışmalarda en yoğun üzerinde durulan tür olduğu bilinmektedir (Stein, 2005). *B. subtilis* türünün farklı moleküler yapıya sahip antimikrobiyal bileşikler üretmeleri, üretilen bileşiklere karşı patojenlerin kolayca dayanıklılık geliştirememesi, olumsuz çevre koşullarına karşı dayanıklı endospor oluşturmaları gibi biyolojik özelliklerinden dolayı biyopestisitlerin üretilmesinde en uygun mikrobiyal türler olduğu bildirilmiştir (Fravel, 2005; Perez-Garcia ve ark., 2011).

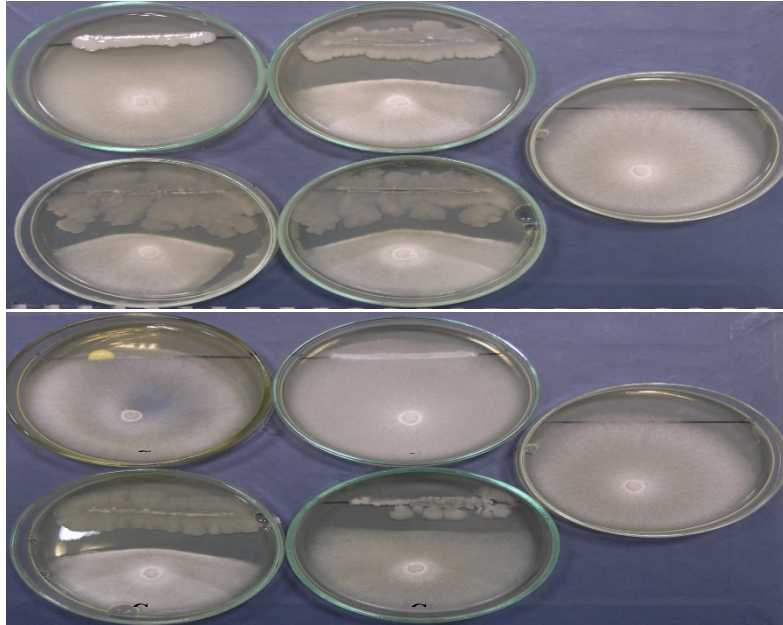


Figure 2. *In vitro* antagonistic (inhibitory) effect of different antagonistic bacterial isolates on mycelial growth of fungal agent *G. citri-aurantii*. Inefficient isolates (CP6, CP1, CP3) typically failed to inhibit mycelial growth, efficient isolates (CP4, CM8, CT11, CM9, CL10) efficiently inhibited mycelial growth causing inhibition zones (*) between bacteria and fungal mycelia

Şekil 2. Farklı antagonist izolatların *in vitro* koşullarda fungal etmen *G. citri-aurantii*'nin misel gelişimi üzerine olan antagonizm (engelleme) etkinliği. Misel gelişiminde etkisiz olan izolatların (CP6, CP1, CP3) misel gelişimini durduramazken, etkili izolatların (CP4, CM8, CT11, CM9, CL10) misel gelişimini bakteri ile temasa geçmeden etkili bir şekilde durdurarak engelleme zonlarının (*) oluşumuna neden olmuştur

3.5. Ön inkübasyon süresi ile antagonistik etkinlik arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Etkili bulunan endofitlerden *B. subtilis* CP4 izolatının ön inkübasyon süresine bağlı olarak etkinliğinde artış olduğu, en yüksek etkinliğin bakteri inokulasyonundan 2 gün sonra yapılan uygulama petrilinde gözlenmiştir (Tablo 2). Ön inkübasyon süresine bağlı olarak antagonist bakteri izolatları tarafından besi yerlerinde üretilen antimikrobiyal maddelerin türü ve miktarının önemli düzeyde etkisi olduğu yapılan diğer çalışmalarda da bildirilmiştir (Yoshida ve ark., 2001).

Tablo 2. Endofit antagonist *B. subtilis* CP4 izolatının in vitro koşullarda ön inkübasyon süresine bağlı olarak misel gelişimini engelleme (%) potansiyeli

Table 2. Inhibitory potential (%) of endophytic antagonist *B. subtilis* CP4 isolate for mycelial growth inhibition based on pre-incubation time.

Ön inkübasyon süresi (saat)	Fungus hif gelişimi (mm) ^b	Misel gelişiminin engelleme oranı (%)
1	19.3 ^b	55.7
24	14.7 ^b	66.4
48	11.7 ^a	78.6

^a Bakteri izolatları PDA üzerine patojen inokulasyonundan 1, 24 ve 48 saat önce çizilmiştir. Engelleme bölgeleri ölçülerek kontrol petrilindeki gelişmeye göre kıyaslanmış ve engelleme oranları (%) hesaplanmıştır.

^b Elde edilen değerler 5 farklı petri kabında ölçümlerin ortalaması olup, deneme farklı zamanlarda 2 kez tekrar edilmiştir. Sütun içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki farklı harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi, $P<0.05$).

3.6. Endofit bakteri izolatlarının fungus hiflerinde neden oldukları morfolojik değişikliklerin belirlenmesi

Antagonist izolatlarının bulunduğu ikili kültür testlerinde etkili bakterilerin fungusların hifleri üzerinde sebep olduğu morfolojik değişiklikler Nomarski DIC ekipmanlı ışık mikroskobu altında gözlenmiştir. İkili kültür petrilindeki engellenme bölgelerine yakın yerlerde yapılan ışık mikroskobu gözlemlerinde *Bacillus* spp. ait bakteri izolatların petri yüzeyinde misel gelişiminin durdurulduğu noktalardaki hiflerin boyunda kısalmalara, şişkinliklere ve boğumlanmalara (Şekil 3D), hifler üzerinde kıvrılma, nekrotikleşme, pıhtılaşma ve sitoplazmik içeriğin (protoplazma) dışarı boşalması (Şekil 3EF) şeklinde morfolojik değişikliklere neden olmuştur. Bu tür değişikliklerin izlendiği petrilere engelleme bölgelerine yakın yerdeki morfolojik bozulmaların gözlemlendiği miseller taze PDA besiyeri içeren petrilere aktarıldıklarında gelişmemiş olmaları, bu tür misellerin canlılığını tamamen kaybetmiş olduklarını göstermiştir. Daha önce yapılan biyolojik mücadele çalışmalarında farklı *Bacillus* spp. ait antagonist izolatların *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Sclerotinia* spp gibi toprak kökenli hastalık etmeni fungal türlerin miselleri üzerinde çalışmalarımızda tespit edilen sitoplazmik vakolleşme, pıhtılaşma, sitoplazmik içeriğin dışarıya boşalması gibi benzer morfolojik değişikliklere neden olduğu gerek ışık gerekse elektron mikroskobu çalışmalarında da bildirilmiştir (Soylu ve ark., 2005; Akgül ve Mirik, 2008; Pane ve Zaccardelli, 2015; Han ve ark., 2016). Amer ve ark. (1997) antagonist *Bacillus* bakteri izolatın, domateslerde sorun olan fungal etmenlerden *Pythium ultimum* ve *Fusarium oxysporum* hiflerine tutunduktan sonra üretmiş oldukları enzimler sonucunda hiflerde erimelere ve morfolojik bozulmalara neden olduğunu bildirmişlerdir. Bir diğer çalışma ile Gupta ve ark. (2001) patates kök bölgesinden izole ettikleri kök bakterisi *Pseudomonas* GRC2 izolatının *Macrophomina phaseolina* ve *Sclerotinia sclerotiorum* hiflerinde aşırı derecede yapısal bozulmalar, deformasyonlar, pıhtılaşma ve erimeler şeklinde belirtilere neden olduğunu, bu sebeplede fungal etmenlerin besiyerinde sklerot oluşturmadıklarını bildirmişlerdir. Önceden yapılmış birçok çalışmada fungal etmenlere karşı gösterilen antagonistik etki ve hifsel bozulmaların, bakterilerin üretmiş oldukları antifungal sekonder bileşiklerden (uçucu hidrojen siyanid, hücre duvarını yıkan chitinase, protease gibi litik enzimlerden) kaynaklandığını belirlemişlerdir (Veliz ve ark., 2017).

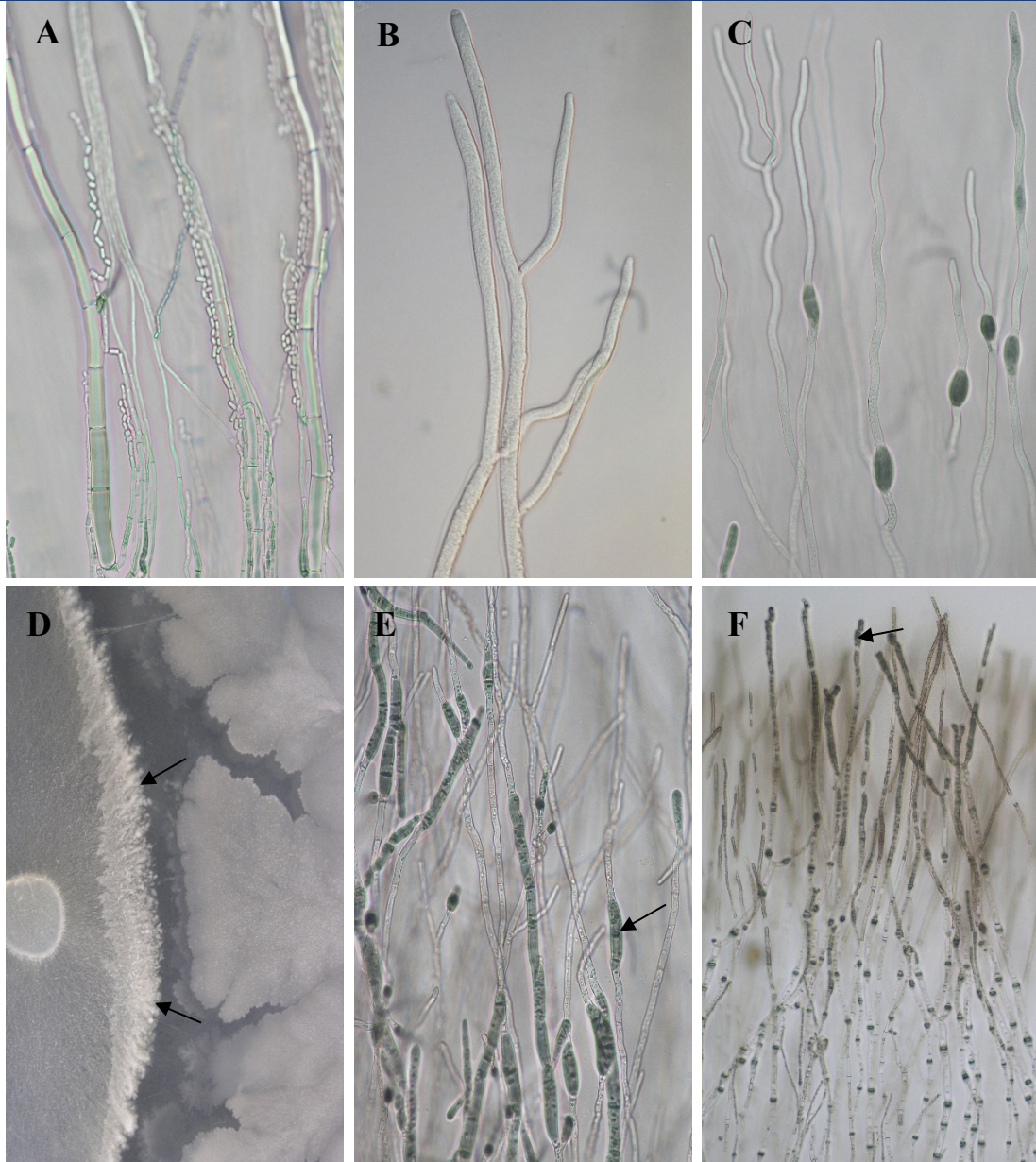


Figure 3. Morphological changes caused by antagonist *B. subtilis* CM8 isolate on hyphae of *G. citri-aurantii* under light microscope. (A-C) Typical appearance of healthy hyphae; (D-F) Typical morphological changes observed on hyphae near inhibition zone. (D) Typical aggregates and knotting formation (arrow) on hyphae near inhibition zones. (E-F) Typical morphological abnormalities (arrows) observed on fungal hyphae near inhibition zones such as swellings, vacuolations, coagulations, and necrotic appearance at the tips of the fungal hyphae

Şekil 3. Antagonist *B. subtilis* CM8 izolatının in vitro koşullarda *G. citri-aurantii* hifleri üzerinde sebep olduğu morfolojik değişikliklerin ışık mikroskobu altındaki görünüşleri. (A-C) Kontrol petriyelerdeki sağlıklı hif görünümünü; (D-F) Antagonist bakteriye en yakın noktalarda morfolojik değişikliklerin görüldüğü petriyelerdeki hifler. (D) Fungus hifinin bakteriye yakın engelleme bölgesine ulaştığı yerdeki uç noktadaki kümeleşme ve boğumlaşma şeklindeki görünüm (ok). (E-F) Antagonist bakterin engelleme bölgesine yakın olan fungus hifleri ve sitoplazmalarında şişkinlikler, pıhtılaşma, vakuolleşme ve uçlarında kahverengileşme şeklinde görülen nekrozim oluşumları şeklindeki morfolojik anormallikler (ok)

Barka ve ark. (2002), PGPR özellikteki *Pseudomonas* sp. PsJN izolatının bitki büyümesini teşvik etmesinin yanı sıra asmada sorun *Botrytis cinerea* gelişimini *in vitro* ikili kültür ortamında etkili bir şekilde baskılayabildiğini, bakteri izolatının fungal hiflere temas ettiği noktalarda yapılan mikroskobik çalışmalarda antagonistik etkinin engelleme bölgesindeki fungus hiflerinde aşırı düzeyde hifsel bozulmalar, sitoplazmik dejenerasyon, pıhtılaşma ve sonuçta sitoplazmik içeriğin hif dışına boşalma şeklinde belirtilerden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Chaurasia ve ark (2005) çay bitkisinin kök bölgesinden izole ettikleri antagonist *Bacillus subtilis* izolatının 4 tanesi bitki patojeni, 2 tanesi klinik patojen olmak üzere 6 farklı fungal etmenin misel ve konidial yapılarında *in vitro* morfolojik anormalliklere sebep olduğunu, bu değişikliklerin bakteri tarafından üretilen difüze olabilen ve uçucu yapıdaki antifungal bileşik(ler)den kaynaklandığını, bileşiklerin etkinliğinin besi yerinde misele yakın noktalarda difüze olmak suretiyle fungus hiflerinin sitoplazmalarında çalışmalarımızda gözlenen belirtilere benzer koagülasyon (pıhtılaşma), vakuolleşme ve hücre duvarlarında erime şeklinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

3.7. Endofit bakteri izolatlarının *in vivo* koşullarda hastalık gelişimi üzerine biyoetkinliklerinin belirlenmesi

Endofit bakteri izolatlarının *in vivo* koşullarında hastalık çıkışı üzerine olan etkinliğinin belirlendiği çalışmalarda, endofit bakteri uygulaması yapılan meyvelerde [patojensiz (negatif kontrol) ve patojenle bulaşık (pozitif kontrol)] hastalık çıkışı ve gelişimini önleme potansiyelleri belirlenmiştir. Hastalık etmeninin inokule edildiği noktalardaki hastalık gelişimi yumuşama alanlarının oluşup oluşmadığı ve çapları ölçülmek sureti ile yapılmıştır (Şekil 4). Sadece hastalık etmeninin verildiği kontrol uygulamalarındaki mandarin meyveleri üzerinde inokulasyondan 3 gün sonra yumuşama şeklinde belirtiler gözlenmiş olup, inokulasyonun 5. gününde meyveler tamamen çürümüş, inokulasyon noktasında fungal hif gelişimleri gözlenmiştir (Şekil 4). Hastalık değerlendirmeleri inokulasyondan 4 gün sonra yapılmıştır (Tablo 3). Elde edilen sonuçlar izolatların *in vitro* koşullarda fungal hif gelişimini engelledikleri sonuçlara paralel bir etkinlik göstermiştir.

Tablo 3. Antagonist endofit bakteri izolatının *in vivo* koşullarda fungal hastalık etmeni *G. citri-aurantii* tarafından neden olunan çürümelere engelleme (%) potansiyeli^a

Table 3. Inhibition potential (%) of antagonist endophytic bacterial isolates on sour rotting caused by *G. citri-aurantii* *in vivo* conditions^a

Tür ismi	Yumuşak çürüklük (mm) ^b	Çürüklük oluşumunu engelleme oranı (%)
<i>Serratia marcescens</i> CT6	25.0 ^e	47.9
<i>Bacillus subtilis</i> CP4	15.0 ^{b-d}	68.8
<i>Bacillus subtilis</i> CM8	8.0 ^b	83.3
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CT11	17.0 ^{cd}	64.6
<i>Acinetobacter lwoffii</i> CP1	45.0 ^f	6.3
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> CP3	48.0 ^f	0.0
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> CM9	13.0 ^{bc}	72.9
<i>Bacillus subtilis</i> CL10	22.0 ^{de}	54.2
<i>Bacillus subtilis</i> CL12	13.0 ^{bc}	72.9
<i>Bacillus subtilis</i> CL15	15.0 ^{b-d}	68.8
Su+ <i>G. citri-aurantii</i> (pozitif kontrol)	48.0 ^f	0.0
Su+ <i>Bacillus subtilis</i> CM8 (negatif kontrol)	0.0 ^a	100.0

^a Bakteri izolatları meyve üzerine patojen inokulasyonundan 10 dak sonra püskürtülmüş, inokulasyondan 4 gün sonra inokulasyon noktaları incelenerek çürüme (yumuşama) gösteren meyve sayıları kontrol uygulamasındaki meyve sayılarına kıyaslanmış ve hastalık çıkış (engelleme) oranları (%) hesaplanmıştır.

^b Elde edilen değerler 3 farklı plastik kapda (her kapta 5 meyve) tespit edilen hastalıklı meyve sayısının ortalaması olup, deneme farklı zamanlarda 2 kez tekrar edilmiştir. Sütun içerisinde yer alan ortalama değerlerin yanındaki farklı harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi, $P<0.05$).

In vivo çalışmalarda bakteri türleri arasında *Bacillus* spp. fungal etmeni ile infekte edilmiş meyvelerde hastalık oluşumunu (çıkışı) %54.2-83.3 gibi oldukça yüksek oranda engellediği belirlenmiştir (Tablo 3). İzolatlar arasında en yüksek antagonistik etki, *in vitro* çalışmalarda fungus misel gelişimini en fazla engelleyen izolatlardan *B. subtilis* CM8 nolu izolatın kullanıldığı meyvelerde %83.3 oranında tespit edilmiştir (Tablo 3). Test edilen izolatlar arasından, *Stenotrophomonas maltophilia* CP3 ile *Acinetobacter lwoffii* CP1 izolatları uygulandıkları meyvelerde hastalık çıkışını engellemede başarılı olamamış, sonuçta sadece steril su+patojenin verildiği kontrol uygulaması

ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. *Bacillus* türleri dışında bir diğer antagonist tür olan *Serratia marcescens* CT6 izolatu hastalık çıkışında %47.9 oranda engellemiş olup, *B. subtilis* CL10 nolu izolat hariç, diğer *Bacillus* spp. izolatlarla istatistiksel olarak farklı bir grupta yer almıştır (Tablo 3).

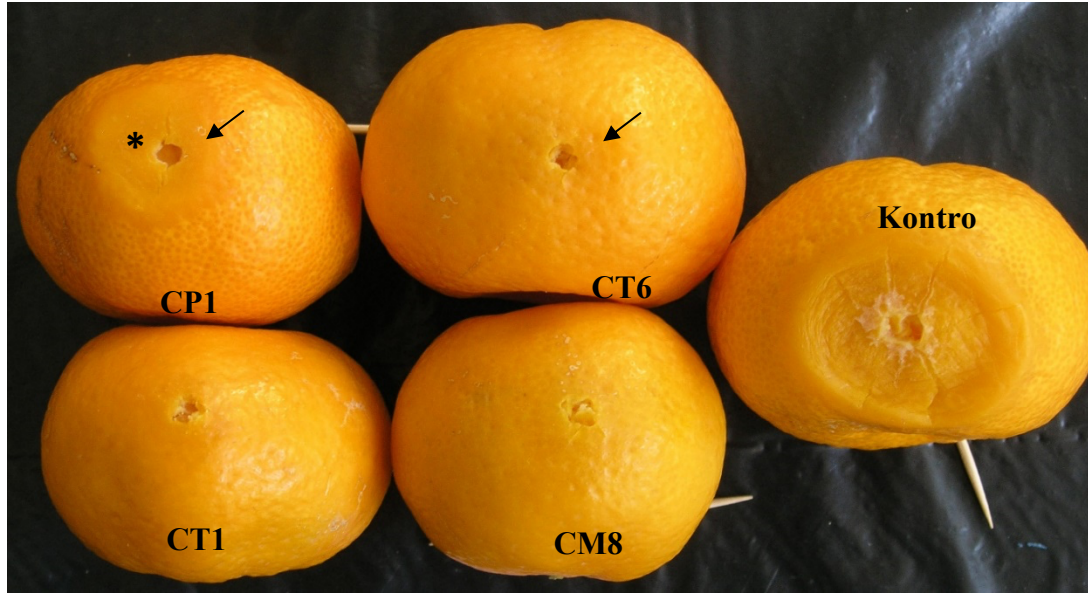


Figure 4. Antagonistic (inhibitory) effects of bacterial isolates on disease development caused by fungal agent *G. citri-aurantii* in vivo conditions. Disease developments (*) or suppression of disease symptoms (arrow) at the inoculation sites

Şekil 4. Antagonist izolatların in vivo koşullarda fungal etmen *G. citri-aurantii* tarafından neden olunan hastalığı gelişimi üzerine olan antagonizm (engelleme) etkinliği. Uygulama yapılmış noktalarda hastalığın gelişimi (*) veya farklı düzeylerde engellenmesi (ok)

Turunçgillerde sorun fungal hastalıklara karşı yapılan biyolojik mücadele araştırmalarının çoğunluğu sadece *Penicillium digitatum*'a odaklanmış olup, *Penicillium italicum* ve *G. citri-aurantii* gibi diğer önemli turunçgil depo patojenlerine karşı yapılmış oldukça az çalışma bulunmaktadır. Soto ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas syringae*, *Candida membranifaciens*, *Candida utilis*, *Cryptococcus laurentii*, *Debaryomyces hansenii*, *Kloeckera apiculata*, *Metschnikowia* spp., *Pichia guilliermondii*, *Pichia membranifaciens*, *Rhodosporidium paludigenum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aureobasidium pullulans*, *Nodulisporium* spp., ve *Trichoderma* spp gibi antagonistik mikroorganizmaların limon meyvelerinde sorun olan *Geotrichum citri-aurantii*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* ve *Phyllosticta citricarpa* gibi hasat sonu fungal hastalıkların mücadelesinde oldukça etkili olduğu bildirilmiştir. Hong ve ark. (2014) *Bacillus amyloliquefaciens* HF-01, sodium bicarbonate (SBC) ve sıcak su uygulamaların (HW) mandarin meyvelerinde *Penicillium digitatum*, *P. italicum* ve *Geotrichum citri-aurantii* tarafından neden olunan küf ve ekşi çürüklük hastalıklarına karşı mücadele imkânlarını araştırdıkları çalışmalarında *B. amyloliquefaciens* + %2 SBC ve/veya 45 °C HW (2 dak.) şeklinde yapılan uygulamaların hastalık çıkışını (çürümeyi) kontrol uygulamasına kıyasla %80 gibi oldukça yüksek oranda engellediğini, uygulamanın etkinliğinin kimyasal uygulama kadar etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yakın zamanda yapılan çalışmada, farklı kompost materyallerinden izole edilmiş *Bacillus* türlerine ait antagonist bakteri izolatlarının tekli ve bor ürünleri ile kombinasyon halinde hazırlanan karışımların laboratuvar (*in vitro*) ve yarı ticari koşullardaki (yarı *in vivo*) antifungal etkinliği *Geotrichum citri-aurantii*'ye karşı belirlenmiştir (Gedik, 2019). Yapılan *in vitro* çalışmalarında *Bacillus* spp.'ye ait 19 antagonist izolat arasında fungal etmenin misel gelişimini engelleyen en etkili antagonist izolatlar % 66.95 ve % 66.10 engelleme oranı ile *Bacillus cereus* (G1B:3:6) ve *B. pumilus* (G4B:0:4) izolatlar olmuştur. Test edilen antagonist bakteri izolatlardan *Bacillus subtilis* (K3B:4:8:1), *B. subtilis* (G3B:3:5), *Bacillus amyloliquefaciens* (K5B:0:5:1), *Bacillus pumilus* (G4B:0:4) ve *Bacillus thuringiensis* (G2B:0:4) borik asit+boraks (0.5-1.0 g/L) uygulamaları patojen gelişimini engellemede etkisiz olarak değerlendirilmiştir. *G. citri-aurantii*'nin

misel gelişimini yüksek oranda engelleyen aynı zamanda borik asit+boraks karışımında canlılığını koruyabilen antagonist bakteri izolatların tekli ve borik asit+boraks ile karışımlarının hastalık çıkışının engellenmesi üzerine olan koruyucu ve tedavi edici etkinlikleri yarı *in vivo* koşullarda araştırılmıştır. Söz konusu uygulamaların koruyucu etkinliği, tedavi edici etkinliğine kıyasla daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. *Bacillus subtilis* G3B:3:5, *Bacillus pumilus* G4B:0:4, *Bacillus subtilis* K3B:4:8:1, *Bacillus amyloliquefaciens* K5B:0:5:1 teksel veya borik asit+boraks karışımı (0.5g+1.0 g/L) ile birlikte koruyucu uygulaması *in vivo* hastalık çıkışını %81.9-89.7 düzeyinde engellemiştir. Uygulamaların tedavi edici etkinliğinin araştırıldığı çalışmada, uygulamaların hastalık çıkışının engellenmesi üzerinde olan etkinliklerinin % 40.3-54.9 düzeylerinde olduğu görülmüştür.

4. Sonuç

Sonuç olarak, sağlıklı bitkilerin iç dokularından izole edilen endofit antagonist mikroorganizmalar laboratuvar koşullarında geliştirilen mikroorganizmalara oranla gerek ortama daha hızlı adaptasyon sağlaması gerekse minimum düzeyde yetiştirme şartlarına ihtiyaç duyması nedeniyle biyolojik mücadeledeki başarı şanslarının daha yüksek olduğu bilinen bir gerçektir. Çevre dostu, biyolojik kökenli bu mikroorganizmaların kullanılmasıyla üretim alanlarında pestisit uygulamalarının büyük oranda azaltılması pestisitlerin çevreye ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerinin ortadan kalkmasına katkıda bulunacaktır. Bu tür faydalı mikroorganizmaların kullanılmasının pratiğe aktarılması ile ülkemiz ve bölgemiz açısından önemli ürünlerden olan meyve ve sebzelerin organik tarıma önem veren gelişmiş ülkelere daha fazla ihraç etme fırsatı yakalanabilecektir. Bu çalışmadan fungal etmene karşı *in vitro* ve yarı *in vivo* teslerde etkinlik gösteren farklı *Bacillus* spp. ait izolatların ticari biyolojik preparatlarının yapılarak gerek turuçgillerde gerekse ülkemiz ekonomisine katkı sağlayan diğer meyve ve sebzelerde sorun olan fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı etkinliklerinin belirlenmesi gelecekte yapılması gereken önemli çalışmalar olarak değerlendirilmiştir.

Kaynakça

- Akgül, D. S., Mirik, M. (2008). Biocontrol of *Phytophthora capsici* on pepper plants by *Bacillus megatarium* strains. Journal of Plant Pathology, 90 (1): 29-34.
- Aktan, C., Soylu, S. (2020). Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 23 (3): 641-654.
- Amer, G.A., Aggarwal, R., Singh, D.V., Srivastava, K. D. (1997). Interaction of *Bacillus thuringiensis* with *Pythium ultimum* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*: Possible role in biological control. Current Sciences 3: 284–286.
- Anonim (2020a). Yaş Meyve Sebze Sektörü Türkiye Geneli Değerlendirme Raporu. <https://www.akib.org.tr/files/documents/2020/Rapor/Ekim%202020%20YMS%20C4%B0hracat%20De%20C4%9Ferlendirme%20Raporu.pdf>, 38 sayfa.
- Anonim (2020b). TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Erişim tarihi: 20.04.2021).
- Anonymous (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://www.fao.org/site>, (Erişim tarihi: 20.04.2021).
- Barka, E.A., Gognies, S., Nowak, J., Audran, J.C., Belarbi, A. (2002). Inhibitory effect of endophyte bacteria on *Botrytis cinerea* and its influence to promote the grapevine growth. Biological Control 24: 135-142.
- Bazioli, J.M., Belinato, J.R., Costa, J.H., Akiyama, D.Y., Pontes, J.G.D., Kupper, K.C., Augusto, F., de Carvalho, J.E., Fill, T.P. (2019). Biological control of citrus postharvest phytopathogens. Toxins 11 (8): 460.
- Bora, P, Bora, L.C. (2020). Disease management in horticulture crops through microbial interventions: An overview. Indian Journal Of Agricultural Sciences 90 (8): 1389-1396.
- Bozkurt, İ.A., Soylu, S. (2019). Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 348-361.
- Carmona-Hernandez, S., Reyes-Perez, J.J., Chiquito-Contreras, R.G., Rincon-Enriquez, G., Cerdan-Cabrera, C.R., Hernandez-Montiel, L.G. (2019). Biocontrol of postharvest fruit fungal diseases by bacterial antagonists: a review. Agronomy-Basel 9 (3): 121.
- Chalupová, J., Raus, M., Sedlarova, M, Sebela, M. (2014). Identification of fungal microorganisms by MALDI-TOF mass spectrometry. Biotechnology Advances 32(1):230-41.
- Chaurasia, B., Pandey, A., Palni, L.M.S., Trivedi, P., Kumar, B., Colvin, N. (2005). Diffusible and volatile compounds produced by an antagonistic *Bacillus subtilis* strain cause structural deformations in pathogenic fungi *in vitro*. Microbiological Research 160: 75-81.
- Duman, K., Soylu, S. (2019). Characterization of plant growth-promoting traits and antagonistic potentials of endophytic bacteria from bean plants against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. Bitki Koruma Bülteni 59:59-69.
- Eckert J.W., Eaks I.L. (1989). Postharvest disorders and diseases of citrus fruits. In: Reuter W., Calavan E.C. & Carman G.E. (Eds), The citrus industry, vol. 5. Univ. Calif. Press, Berkeley, USA, pp. 179-260.
- Eljounaidi, K., Lee, S.K., Bae, H. (2016). Bacterial endophytes as potential biocontrol agents of vascular wilt diseases - Review and future prospects. Biological Control 103: 62-68.
- Feng, W., Chen, J., Zheng, X., Liu, Q. (2011). Thyme oil to control *Alternaria alternata* *in vitro* and *in vivo* as fumigant and contact treatments. Food Control 22: 78-81.
- Fravel, D.R. (2005). Commercialization and implementation of biocontrol. Annual Review of Phytopathology 43: 337-359.
- Gedik, M. (2019). *Turunçgilde derim sonrası ekşi çürüklük hastalığı etmeni Geotrichum citri-aurantii*'ye karşı antagonist bakteriler ve bor ürünlerinin antifungal etkileri. (Yüksek Lisans Tezi) Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Koruma A.B.D., Hatay.
- Ghazanfar, M.U., Hussain, M., Hamid, M.I., Ansari, S.U. (2016). Utilization of biological control agents for the management of postharvest pathogens of tomato. Pakistan Journal Of Botany 48 (5): 2093-2100.
- Gupta, C.P., Dubey, R.C., Kang, S.C., Maheshwari, D.K. (2001). Antibiosis-mediated necrotrophic effect of *Pseudomonas* GRC2 against two fungal plant pathogens. Current Science 81: 91-94.
- Han, T., You, C., Zhang, L., Feng, C., Zhang, C., Wang, J., Kong, F. (2016). Biocontrol potential of antagonist *Bacillus subtilis* Tpb55 against tobacco black shank. Biocontrol 61 (2): 195-205.
- Hao, W., Zhong, G., Hu, M., Luo, J., Weng, Q., Rizwan-ul-Haq, M. (2010). Control of citrus green and blue mold and sour rot by tea saponin combined with imazalil and prochloraz. Postharvest Biology and Technology 56: 39-43.
- Hong, P., Hao, W., Luo, J., Chen, S., Hu, M., Zhong, G. (2014). Combination of hot water, *Bacillus amyloliquefaciens* HF-01 and sodium bicarbonate treatments to control postharvest decay of mandarin fruit. Postharvest Biology and Technology 88: 96-102.
- Horuz, S. (2009). *Turunçgillerde ekşi çürüklük etmeni Geotrichum citri-aurantii* (Ferraris) E. E. Butler'e bazı fungusitlerin etkililikleri üzerinde araştırmalar. (Yüksek Lisans Tezi) Ege Üniversitesi, Bitki Koruma A.B.D., İzmir.

- Horuz, S., Kinay, P. (2010). The effects of some new postharvest fungicides and combination of hot water with sodium bicarbonate against *Geotrichum citri-aurantii* on citrus. *Acta Horticulturae* 877: 1551-1557.
- Horuz, S., Karut, Ş. T., Aysan, Y. (2019). Domates bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı etmeni *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*'in tohumda aranması ve tohum uygulamalarının patojen gelişimine etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 16: 284-296.
- Kara, M., Soylu, E. M. (2020). Assessment of glucosinolate-derived isothiocyanates as potential natural antifungal compounds against citrus sour rot disease agent *Geotrichum citri-aurantii*. *Journal of Phytopathology* 168: 279-289.
- Kara, M., Soylu, S., Kurt, Ş., Soylu, E. M., Uysal, A. (2020). Determination of antagonistic traits of bacterial isolates obtained from apricot against green fruit rot disease agent *Sclerotinia sclerotiorum*. *Acta Horticulturae* 1290:135-142.
- Kong, Q.J., Liang, Z., Xiong, J., Li, H. B., Ren, X. Y. (2016). Overexpression of the bivalent antibacterial peptide genes in *Pichia pastoris* delays sour rot in citrus fruit and induces *Geotrichum citri-aurantii* cell apoptosis. *Food Biotechnology* 30 (2): 79-97.
- Lelliot, R.A., Stead, D.E. (1987). Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. (T.F. Preece, Editör). In: *Methods in plant pathology*. Vol 2, Blackwell Scientific Publications. pp. 176-177, Oxford.
- Liu, X., Wang, L.P., Li, Y.C., Li, H.Y., Yu, T., Zheng, X.D. (2009). Antifungal activity of thyme oil against *Geotrichum citri-aurantii* *in vitro* and *in vivo*. *Journal of Applied Microbiology* 107: 1450-1456.
- Liu, X., Fang, W., Liu, L., Yu, T., Lou, B., Zheng, X. (2010). Biological control of postharvest sour rot of citrus by two antagonistic yeasts. *Letters in Applied Microbiology* 51: 30-35.
- Liu, Y., Yao, S., Deng, L., Ming, J., Zeng, K. (2019). Different mechanisms of action of isolated epiphytic yeasts against *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* on citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology* 152: 100-110.
- Maldonado, M.C., Corona, J., Gordillo, M.A., Navarro, A.R. (2009). Isolation and partial characterization of antifungal metabolites produced by *Bacillus* sp. IBA 33. *Current Microbiology* 59: 646-650.
- McKay, A.H., Förster, H., Adaskaveg, J.E. (2012). Distinguishing *Galactomyces citri-aurantii* from *G. geotrichum* and characterizing population structure of the two postharvest sour rot pathogens of fruit crops in California. *Phytopathology* 102: 528-538.
- Mohammadi, P., Tozlu E., Kotan R., Kotan Ş.M. (2017). Potential of some bacteria for biological control of postharvest citrus green mould caused by *Penicillium digitatum*. *Plant Protection Science* 53: 134-143.
- Pane, C., Zaccardelli, M. (2015). Evaluation of *Bacillus* strains isolated from solanaceous phylloplane for biocontrol of *Alternaria* early blight of tomato. *Biological Control* 84: 11-18.
- Perez-Garcia, A., Romero, D., de Vicente, A. (2011). Plant protection and growth stimulation by microorganisms: biotechnological applications of *Bacilli* in agriculture. *Current Opinion in Biotechnology* 22 (2): 187-193.
- Smilanick, J. L., Mansour, M. F. (2007). Influence of temperature and humidity on survival of *Penicillium digitatum* and *Geotrichum citri-aurantii*. *Plant Disease* 91: 990- 996.
- Smilanick, J.L., Mansour, M.F., Gabler, F.M., Sorenson, D. (2007). Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides. *Postharvest Biology and Technology* 47: 226-238.
- Soto, F., Tramon, C.P., Aqueveque, P.M., de Bruijn, J. (2018). Antagonist microorganisms that inhibit the development of post-harvest pathogens in lemons (*Citrus limon* L.). *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 34 (2): 173-184.
- Soylu, S., Soylu, E.M., Kurt, Ş., Ekici, Ö.K. (2005). Antagonistic potentials of rhizosphere-associated bacterial isolates against soil-borne diseases of tomato and pepper caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani*. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 8: 43-48.
- Soylu, E.M., Soylu, S., Kara, M., Kurt, Ş. (2020). Sebzerlerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermicomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. *KSU Tarım ve Doğa Dergisi* 23: 7-18.
- Stein, T. (2005). *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. *Molecular Microbiology* 56 (4): 845-857.
- Sturz, A.V., Christie, B.R., Nowak, J. (2000). Bacterial endophytes: potential role in developing sustainable systems of crop production. *Critical Reviews in Plant Sciences* 19 (1): 1-30.
- Sülü, S.M., Bozkurt, İ.A., Soylu, S. (2016). Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 21 (1): 103-111.
- Tan, S., Dong, Y., Liao, H., Huang, J., Song, S., Xu, Y., Shen, Q. (2012). Antagonistic bacterium *Bacillus amyloliquefaciens* induces resistance and controls the bacterial wilt of tomato. *Pest Management Science* 69: 1245-1252.
- Veliz, E.A., Martinez-Hidalgo, P., Hirsch, A.M. (2017). Chitinase-producing bacteria and their role in biocontrol. *Aims Microbiology* 3 (3): 689-705.
- Wang, Z.S., Sui, Y., Li, J.S., Tian, X.L., Wang, Q. (2020). Biological control of postharvest fungal decays in citrus: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*: DOI: 10.1080/10408398.2020.1829542.
- Yoshida, S., Hiradate, S., Tsukamoto, T., Hatakeda, K., Shirata, A. (2001). Antimicrobial activity of culture filtrate *Bacillus amyloliquefaciens* RC-2 isolated from mulberry leaves. *Phytopathology* 91: 181-187.

Determination of Nitrogen Leaching Under Precipitation Conditions from Weighted Lysimeter Planted Walnut (*Juglans regia* L.)

Tartılı Lizimetreye Dikilmiş Cevizden (*Juglans regia* L.) Yağış Koşullarında Yıkanan Azotun Belirlenmesi


Özgür KARAKUŞ^{1*}, Cafer GENÇOĞLAN², Serpil GENÇOĞLAN³


Abstract

Many minerals such as especially nitrogen leaching out from the soil in exceed precipitation leach. This situation is a very important factor causing economic losses and environmental pollution. The aim of the study is to determine amount of the nitrogen leaching from the soil by precipitation outside the irrigation season from a weighing lysimeter controlled by a programmable logic controller (PLC). The research was carried out under Kahramanmaraş conditions in the five-month period between December 2018 - April 2019. In the study, a weighed lysimeter with a diameter of 113 cm (1 m²) and a depth of 130 cm was used and on which three-year-old (Maraş 18) walnut was planted. Two pluviometers were used to measure the amount of precipitation falling on lysimeter and the drained water from it. At the beginning of the experiment, 300 gr DAP (diammonium phosphate) fertilizer was applied to the lysimeter soil. A PLC automation system has been created that controls lysimeter and pluviometers for the research. The PLC automation system measured a total precipitation of 868.1 mm and drainage water of 686.6 mm Nitrogen concentrations and loads in the drainage water were determined from 26 water samples taken in the experimental period. In analysis of water samples, it was determined that nitrogen of 12.7 kg was leached from the soil of one hectare with the effect of precipitation. The leaching amount of nitrogen was 8.4%, of which 24% was in the form of ammonium (NH₄) and 76% in the form of nitrate (NO₃). The highest nitrogen leached with 5.4 kg per hectare in December, when the precipitation was the highest (264.1 mm). According to the results, as amount of precipitation increased, the leaching amount of nitrogen increased leach. Therefore, application programs of nitrogen fertilizer should be prepared by taking into consideration the precipitation regime of the region. It is very important for economy, the environment and human health.

Keywords: Drainage water, Nitrogen leaching, Lysimeter, Pluviometer, Precipitation

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Özgür Karakuş, Apricot Research Institute, Malatya, TURKEY. E-mail: karakusozgur@tarimorman.gov.tr  OrcID: 0000-0002-4197-7008

²Cafer Gençoğlan, University of Kahramanmaraş Sütçü İmam, Agricultural Faculty, Biosystem Engineering Department, Kahramanmaraş, TURKEY. E-mail: gencoglan@ksu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-4559-4354

³Serpil Gençoğlan, University of Kahramanmaraş Sütçü İmam, Agricultural Faculty, Biosystem Engineering Department, Kahramanmaraş, TURKEY. E-mail: sgencoglan@ksu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-7390-8365

Atif/Citation: Karakus, Ö., Gençoğlan, C., Gençoğlan, S. Determination of Nitrogen Leaching Under Precipitation Conditions from Weighted Lysimeter Planted Walnut (*Juglans regia* L.). *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 192-203.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Öz

Uzun süreli yağışlar başta azot olmak üzere birçok mineral maddenin topraktan yıkanarak uzaklaşmasına neden olmaktadır. Bu durum ekonomik kayıplara ve çevre kirliliğine neden olan çok önemli bir faktördür. Çalışmanın amacı, programlanabilir mantık denetleyici (PLC) tarafından kontrol edilen bir tartılı lizimetrede sulama sezonu dışında meydana gelen yağışların etkisiyle topraktan yıkanan azotu belirlemektir. Bu araştırma, Kahramanmaraş ili koşullarında, sulamanın yapılmadığı Aralık 2018 – Nisan 2019 aylarını kapsayan beş aylık bir dönemde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, üzerinde üç yaşında ceviz fidanı (Maraş 18) bulunan, 113 cm çapında (1 m²) ve 130 cm derinliğinde olan bir tartılı lizimetre kullanılmıştır. Bu lizimetreye yağışla giren ve sızarak uzaklaşan su miktarlarını ölçmek için iki farklı plüviyometre kullanılmıştır. Deneme başlangıcında lizimetre toprağına 300 gr DAP (diamonyum fosfat) gübresi uygulanmıştır. Araştırma için lizimetreyi ve plüviyometreleri kontrol eden bir PLC otomasyon sistemi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu otomasyon sistemi kullanılarak, araştırma dönemi boyunca toplam 868.1 mm yağış ve 686.6 mm drenaj ölçülmüştür. Aynı dönem içerisinde alınan 26 adet su örneklerinden drenaj suyu içerisindeki azot konsantrasyonları ve yükleri belirlenmiştir. Su örneklerinde yapılan analizlerde yağışların etkisiyle hektardan 12.7 kg azotun topraktan yıkanarak uzaklaştığı belirlenmiştir. Belirlenen bu değer, başlangıçta lizimetre toprağına bulunan toplam azotun % 8.4'ü olup bu değer %24'ü amonyum (NH₄) ve %76'sı nitrat (NO₃) formundadır. En fazla azot yıkanması, yağışların en fazla olduğu Aralık ayında (264.1 mm) hektarda 5.4 kg olarak gerçekleşmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre artan yağış miktarları topraktan yıkanan azot miktarlarını arttırmıştır. Bu yüzden azotlu gübre uygulama programları, bölgenin yağış rejimi dikkate alınarak hazırlanmalıdır. Bu durum çevre ve insan sağlığı açısından çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Azot yıkanması, Drenaj suyu, Lizimetre, Plüviyometre, Yağış,

1. Introduction

Nitrogen is a very important plant nutrient being in organic and inorganic forms in the soil (Prakasa Rao and Puttanna, 2000). The reason for this is that it takes place in the structure of organic compounds with important functions such as amide, amino acid, chlorophyll, protein and nucleic acid (Müftüoğlu and Demirer, 1998). Although it is an important source of nutrients in crop production, improper fertilizer applications can cause significant harm in terms of health, environment and economy (Çetin et al., 2020). Agricultural pollution is more difficult to control than other pollution (Süenal, 2012). Therefore, in order to reduce the negative effects of nitrogen, it is necessary to analyze its behavior in the soil well (Güzel et al., 2008).

When nitrogen is not taken up by plants, by being carried along with rainfall, and surface and irrigation water it can cause eutrophication in surface water, nitrate accumulation in underground water, acid rain in gas form and environmental problems such as greenhouse effect. As a result, high amount of nitrate absorbed by the human body, it causes the formation of nitrosamine compounds known as mutagenic, teratogenic, toxic and carcinogenic (Gupta and Khosla, 2012; Karaşahin, 2014).

Nitrogen is the most leached nutrient from the soil. In the leaching, high nitrogen doses and some fertilizer forms are important factors leach (Kant et al. 2006). Most of the nitrogen applied to the soil turns into nitrate (NO_3) form (Barraclough et al. 1984), rainfall and irrigation water facilitates the movement of nitrate in the soil profile (Ju et al. 2003; İbriki et al. 2016). This is because clay surfaces and nitrate (NO_3) are negatively charged and this compound (NO_3) is soluble. Ammonium (NH_4) is mostly fixed by soil colloids and therefore, it is assumed that ammonium (NH_4) is immobile leach and nitrate (NO_3) is mobile in terms of leaching (Wiklander 1977; Johnsson et al. 1987; Aulakh and Singh 1997; Chowdary 2004).

Nitrate, which moves rapidly in the soil along with the water and mixes with underground water used as drinking water, could cause serious environmental and health problems (Özekici, 2008). The acceptable upper limit of nitrate and ammonium were determined as 50 mg L^{-1} and 0.50 mg L^{-1} in drinking water by European union and Turkey, (Anonymous, 2005; Anonymous, 2010). In the research conducted in Turkey, it was reported that the ratio of nitrogen in groundwater exceeded the specified nitrogen standard for drinking water. Similarly, groundwater samples were taken from 59 points around Nif Mountain, one of the important water resources of İzmir province and it was founded that the amount of the nitrate in groundwater was more than 50 mg L^{-1} (Polat et al. 2007) and in the onather study conducted in 20 wells in Antalya Kumluca region, NO_3 concentrates were found cahnged between 246 and 164.91 mg L^{-1} (Kaplan et al. 1999) and also it was reported in the study conducted in 42 drilled deep well in Erzurum Gümüşhacıköy Aquifer, the NO_3 and NH_4 concentratons in 8 deep wells used as drinking water were above the drinking water standard (Ersoy and Ersoy, 2007).

In the 75% of Turkey's erable land it is poor in terms of nitrogen due to leachleaching, erosion and losses in gaseous form (Yetgin, 2010; Karaman, 2012). Therefore, fertilization has an important for sustainable crop production (Sönmez et al. 2008). Nitrogenous fertilizer consumption takes the first place in Turkey (Akdağ and Zengin 2020) and it increases every year, although it varies according to the variety used. For example, the use of nitrogenous fertilizers, which was 6.397,000 tons in 2010, was 8.010,000 tons in 2019 (Anonymous, 2019b).

Turkey is in fourth rank in the world in terms of walnut grower. Kahramanmaraş province is the first rank in walnut production and then it has been spread over a geographical area of the country (Güvenç and Kazankaya, 2019). As walnut production increases year and year throughout the province, nitrogen consumption will be also increases. Increasing nitrogen consumption every year could cause pollution of nature as well as economic losses and threatens human health. Therefore, it is an important issue that needs to be addressed on. In this study, it was aimed to determine the nitrogen leachleaching under precipitation conditions from weighing lysimeter controlled by PLC.

2. Materials and Methods

2.1. Study area

Study was conducted between in December 2018 and April 2019 at the Research and Application of of Agricultural Faculty, Sütçü İmam University, Kahramanmaraş/ Turkey. The trial area is between $37^{\circ}35'36''$ north latitude and $36^{\circ}49'20''$ east longitude and approximately 508 m above sea level. The average precipitation and temperature are

719.7 mm and 16.6 °C, and the Mediterranean climate is dominant in experimental area (Uzun et al., 2018). The physical and chemical properties of the lysimeter soil are given in *Tables 1* and *2*. In terms of plant growth, lysimeter soil does not have any negative effects according to physical and chemical analysis.

Table 1. Some physical properties of soil

Depth (cm)	Sand %	Clay %	Silt %	Texture	Field capacity Pw (%)	Permanent wilting point Pw (%)	Bulk density (g cm ⁻³)
0-30	49.50	20.32	30.18	Clay Loam (CL)	35.04	22.39	1.38
30-60	36.28	23.91	39.80	Clay Loam (CL)	35.99	24.17	1.36
60-90	31.81	23.97	44.22	Clay (C)	41.19	20.43	1.50

Table 2. Some chemical properties of soil

Layer Depth (cm)	0-30	30-60	60-90
Saturation point (%)	81	89	92
pH	8.05	7.83	7.70
EC dS m ⁻¹	1.00	0.90	0.94
Lime %	9.03	10.64	13.87
Organic Matter %	1.58	1.25	1.22
Useful Phosphorus (P ₂ O ₅) kg da ⁻¹	4.31	3.07	1.45
Useful Potassium (K ₂ O) kg da ⁻¹	68.04	54.84	47.24
Useful Calcium (Ca) mg kg ⁻¹	11,285.19	11,029.68	10,872.21
Useful Magnesium (Mg) mg kg ⁻¹	501.13	502.69	503.76
Exchangeable Sodium (Na) mg kg ⁻¹	54.50	38.40	55.42
Useful Iron (Fe) mg kg ⁻¹	0.46	0.52	0.43
Useful Manganese (Mn) mg kg ⁻¹	0.82	0.76	1.03
Useful Copper (Cu) mg kg ⁻¹	1.21	1.15	1.16
Useful Zinc (Zn) mg kg ⁻¹	0.71	1.93	2.08

2.2. Lysimeter tank

Lysimeter was constructed in 2018 to determine the water consumption of the walnut plant (*Figure 1*). Tank of lysimeter is cylindrical, 113 cm in diameter and 130 cm in depth and sat on four legged stand with 10 cm height. A stainless chrome-nickel coated 0.5 cm mesh sieve is placed in bottom of tank to facilitate the leakage of water and to prevent the mixing of soil. There is a 115 cm deep soil layer in the lysimeter. Surface flow was prevented by leaving a 5 cm gap above the lysimeter. It was tried to minimize its exposure to solar radiation and environmental temperature by covering it with glass wool with a thickness of 10 cm. Glass wool is also protected from environmental effects by wrapping it with a nylon cover. There is a 3-year-old Maraş 18 variety walnut tree on it, which was planted in the year of 2018.

2.3. Weighbridge

Lysimeter is placed on an electronic scale with four tons capacity, 0.2 kg accuracy, 4 load cells, converter board and RS232 output.

2.4. Automation panel and PLC

The panel consists of 1 PLC device, 1 power supply, 4 terminal groups and 3 automatic fuses. In the study, a PLC with PM564-TP-ETH type CPU was used to measure precipitation and drainage water with the signals receiving from digital pluviometers and to save daily measurement values to the SD card.

2.5. Pluviometer

In the research, 2 digital pluviometers with buckets and with 20.000 mm² funnel area were used. One of them measuring precipitation was placed on the weather station pole, and the other one measuring the drainage was placed in the drainage tank (Figure 1).

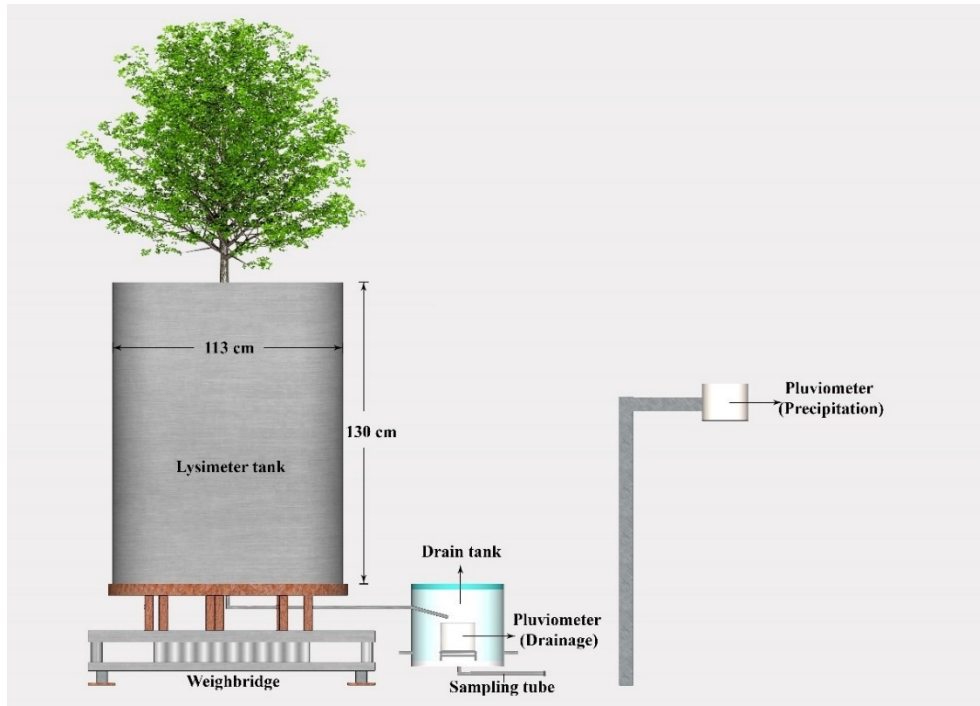


Figure 1. Lysimeter system

2.6. Drain tank

To directly measure the drained water from the lysimeter by pluviometer, a plastic barrel of 25 liters (27 cm in diameter and 50 cm in height) with 1 inlet and 4 outlets was utilized and the pluviometer sat on a stand of 14 cm height in tank. The three holes of them were drilled at a height of 5 cm on the bottom-side of the tank to accumulate at least 1 liter of water inside the tank and to provide excess water flow freely. The rest outlet on the center of the bottom was connected to one end of the pipe of 1 meter length, which the other end was plugged with a stopper. Opening the plugged end, water samples for nitrogen analysis was collected with plastic bottles of 500 ml (Figure 2).

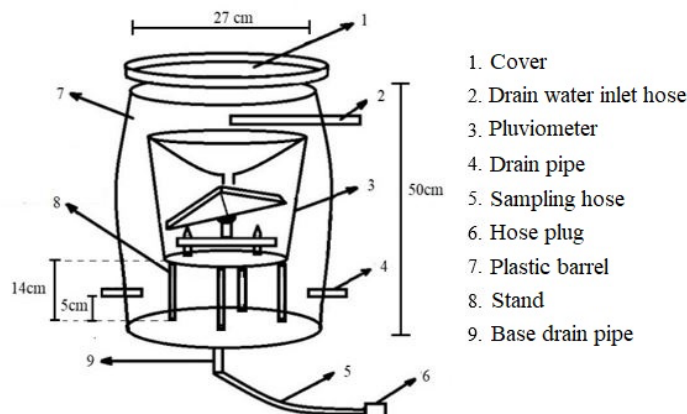


Figure 2. Drain tank and pluviometer

2.7. fertilizer application

On 24 November 2018, 300 gr Diammonium Phosphate (DAP) fertilizer was applied to the lysimeter soil. DAP is a compound fertilizer containing two important plant nutrients such as nitrogen and phosphorus. The compound fertilizer contains 18% nitrogen (N) and 46% phosphorus (phosphorus pentoxide, P₂O₅). The nitrogen content of the fertilizer is in the form of ammonium (NH₄⁺) (Güzel et al., 2008; Anonymous, 2019a). The applied fertilizer was mixed with the hoe and covered with soil. Nitrogen inputs and outputs per hectare were calculated by assuming arrangement of the 10x10 m walnut.

2.8. Precipitation and drainage measurements

The research started on November 25, 2018, but 5-day records for November are included in December. The automation system measured amount of rainfall and drainage and recorded them to the SD card every night at 23:59 o'clock in the experimental period of 157 day. In the period, the beginning and end of the months were determined according to the effect of monthly rainfall on the drainage of the next month. The start and end of months were given in Table 3. Monthly amounts of rainfall and drainage were determined based on the months.

Table 3. Starting and ending of the months

Months	Date range
December	25.11.2018-29.12.2018
January	30.12.2018-29.01.2019
February	30.01.2019-02.03.2019
March	03-31.03.2019
April	01-30.04.2019

The amount of precipitation (P) and drainage (qi) were calculated on a daily basis using Equation 1 (Gençoğlan et al. 2020).

$$P = \frac{S.H}{A} \quad (\text{Eq.1}).$$

Where, P; daily precipitation (mm), S; tipping number of bucket, H; bucket tipping volume (mm³) and A; the funnal surface area of pluviometer (mm²). The funnal surface area (A) of precipitation pluviometer for is 20.000 mm². Since the drainage pluviometer measures the water leaching from the lysimeter, the funnal surface area is 10⁶ mm², which is the lysimeter surface area. Tipping volumes of buckets of precipitation and drainage pluviometers were determined as 5.100 mm³ and 3.245 mm³, respectively, by calibration.

2.9. Water and soil analysis

The first soil sample from lysimeter was taken on 25.11.2018 before fertilizer application and the last one on 15.05.2019. The first water sample leaching from the lysimeter by drainage after rains were taken on 03.12.2018 and the last sample on 08.04.2019. The leaching completely ended on 11.04.2019 and there was no leaching after this date. Therefore, while calculating the amount of the leached nitrogen, the amount of precipitation and drainage that occurred until 11.04.2019, when the leakage from the lysimeter was completely finished, was taken into account.

Water samples were taken from the water accumulated in the drainage tank after daily rainfall. After the samples were taken with 500 ml plastic bottles, and labeled with their dates and then stored at +4° C in a refrigerator. For nitrogen analysis, the Kjeldahl method was applied to the samples in 3 replication (Bremner and Mulvaney, 1982; Kacar, 2009). Nitrogen concentration values (NO₃, NH₄, mg L⁻¹) were calculated as load values (NO₃-N, NH₄-N, as kg ha⁻¹). NO₃ + NH₄ total nitrogen concentration (mineral nitrogen) represents NO₃-N + NH₄-N the total nitrogen load (N).

The concentrations of NO₃ and NH₄ in each sample were calculated using Equation 2.

$$c_i = \frac{t \cdot s}{r} 20f \quad (\text{Eq.2}).$$

Where, c_i ; the amount of concentration (mg L⁻¹), t ; the amount of witness solution (50 ml⁻¹), s ; amounts of standard acid (mg) used in the titrated 50 ml sample distillates, r ; standard amount of acid (mg) used in the titrated 50 ml witness distillates and f refers to the dilution factor. The dilution factor (f) is used only in calculations in soil samples. In the calculation of nitrogen concentrations in soil samples, soil of 5 mg was completed to 50 mg by extraction application. Therefore, Equation 1 is multiplied by the dilution factor (f) 50/5 = 10 for soil samples. In the calculations of water samples, f is taken as 1.

Monthly NO₃ and NH₄ concentrations were calculated using Equation 3, for the monthly precipitation in experimental period.

$$C_j = Q \sum_{i=1}^n c_i \cdot q_i \quad (\text{Eq.3}).$$

Where, C_j ; monthly nitrogen (NO₃ + NH₄) concentration (mg L⁻¹), Q ; the total monthly amount of drainage water (mm), n ; monthly number of samples, c_i ; the nitrogen concentration (mg L⁻¹) and q_i amount of the drained water after rainfall (mm). Monthly total nitrogen loads (NO₃-N + NH₄-N) were calculated using Equation 4.

$$L_j = 0.01 \cdot C_j \cdot Q \cdot k \quad (\text{Eq.4}).$$

Where, L_j ; monthly nitrogen load (kg N ha⁻¹), C_j ; monthly nitrogen concentration (mg L⁻¹), Q ; the total monthly amount of drained water (mm), k ; the conversion coefficient. The coefficients were found by proportioning the atomic weight of the nitrogen element (N) to the molecule weights of the NO₃ and NH₄. These values are 0.225 for NO₃ and 0.776 for NH₄.

Regression analyzes were made between rainfall, drainage and leached nitrogen amounts to estimate the amount of nitrogen leaching from the lysimeter soil above the field capacity after rainfall. In the equations, total nitrogen load N_p for precipitation and N_d for drainage (kg N ha⁻¹) were dependent variables, and amounts of precipitation (P) and drainage (d) (mm) were taken as independent variables.

3. Results and Discussion

3.1. Precipitation and drainage water

The automation system made 157 measurements with 24 hour intervals to measure the water leaching from the lysimeter after rainfall in rainy of 97 days.

During experiment, a total of 868.1 mm of precipitation and 686.6 mm of drainage were measured and given in *Table 5*. The measured precipitation was well above the 533 mm average rainfall of Kahramanmaraş province for the same and long term (Anonymous, 2022). The highest precipitation and drainage was in December with 264.1 and 221.4 mm, and the lowest with 48.4 and 20.7 mm in April, respectively. In the table, there was parallelism between the amount of precipitation falling on lysimeter and drainage water from the lysimeter. The reasons for the parallelism were; being the soil moisture above the field capacity during the experimental periods and having the high precipitation causing the increased water leaching (İbrikçi et al. 2016), and degrading to a certain extent structure of the soil filled the lysimeter and being no runoff from lysimeter.

3.2. Nitrogen analysis results

Nitrogen analysis showed that, only NH₄ was obtained in the soil samples but NO₃ was not found. At the beginning of the experiment, the NH₄ of 68.6 mg kg⁻¹ (146.8 kg N ha⁻¹) in total was detected from the soil samples. Nitrogen in the form of NH₄ of 1.9 mg kg⁻¹ (4.2 kg N ha⁻¹) was applied externally to the lysimeter soil. Thus, at the beginning of study in the soil, the both nitrogen 68.6 mg kg⁻¹ (146.8 kg N ha⁻¹) + 1.9 mg kg⁻¹ (4.2 kg N ha⁻¹)

made a total of 70.5 mg kg⁻¹ (151.03 kg N ha⁻¹) NH₄ (Table 4). At the end of the experiment, a total of 20.7 mg kg⁻¹ (44.3 kg ha⁻¹) nitrogen was determined in the form of ammonium in the soil.

According to this value, it was determined that 70.7% (106.7 kg N ha⁻¹) of the total nitrogen was lost in the top soil depth of 20 cm at the end of the experiment (Table 4).

Table 4. Amounts of nitrogen in lysimeter soil

	mg N kg ⁻¹	kg N ha ⁻¹
December 2018	70.5	151.03
April 2019	20.7	44.3
Lost Nitrogen	49.8	106.7
Leaching	6.8	12.7

Drainage water analysis showed that concentrations of NO₃, NH₄ and mineral nitrogen (NO₃ + NH₄) varied between 4.5-8.2 mg L⁻¹, 0.1-1.1 mg L⁻¹ and 4.7-9.0 mg L⁻¹, respectively (Table 5). In drainage water samples, NO₃ concentrations were highest with 8.2 mg L⁻¹ in March and the lowest with 4.5 mg L⁻¹ in January. NH₄ concentrations were determined to be the highest (1.1 mg L⁻¹) in December and the lowest (0.1 mg L⁻¹) in January. Mineral nitrogen (NO₃ + NH₄) concentrations were found the highest (9.0 mg L⁻¹) in March and the lowest (4.7 mg L⁻¹) in January. During the trial season, monthly NO₃-N loads in the drainage water varied between 0.4-3.6 kg N ha⁻¹, NH₄-N loads 0.1-1.9 kg ha⁻¹ and total nitrogen (N) loads between 0.5-5.4 kg N ha⁻¹. In water samples, NO₃-N loads were the highest (3.6 kg N ha⁻¹) in December and the lowest (0.4 kg N ha⁻¹) in April; NH₄-N loads were determined the highest (1.9 kg N ha⁻¹) in December and the lowest (0.1 kg N ha⁻¹) in April. According to these results, the highest amount of nitrogen (N) leached from the lysimeter by the effect of the precipitation in December (5.4 kg N ha⁻¹) and the lowest (0.5 kg N ha⁻¹) in April.

The total leached amount of nitrogen was found to be 12.7 kg N ha⁻¹. This figure was equal to 8.4% of the total (151.03 kg N ha⁻¹) nitrogen (N) in the soil at the start of experiment and 11.9% (12.7 kg N ha⁻¹) of the total nitrogen loss (106.7 kg ha⁻¹). Apart from the 12.7 kg N ha⁻¹ leaching loss, reasons such as ammonium fixation, denitrification, volatilization (Güzel et al. 2008) and walnut plant usage are thought to be effective in the loss of 106.7 kg N ha⁻¹ nitrogen. Linn and Doran (1984) reported that denitrification may cause nitrogen loss between 2-73% in water-saturated soils, Denmead et al. (2005) found that 0.220 kg ha⁻¹ nitrogen oxide is lost per day when the water-filled pore space of a sugarcane soil was between 60-80%, similarly when the pore space is between 30-60% this value is 0.096 kg ha⁻¹ per day. Özbek et al. (2007), noted that 30-50% of the nitrogen applied to the soil can be lost by denitrification. In addition, it was estimated that some of the fertilizer removed from the soil by ammonia (NH₃) volatilization, which was mixed in the first 5 cm soil. Güzel et al. (2008) reported that the ammonia loss was at maximum when the moisture content of the top soil was in the field capacity and additionally this loss was reported to reach up to 70% when the soil dried gradually with evaporation in laboratory conditions, and.

Table 5. Nitrogen concentrations and load values leached with drainage

Months	Concentrations (mg L ⁻¹)			Loads (kg ha ⁻¹)			Precipitation (mm)	Drainage (mm)
	NH ₄	NO ₃	Total	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total		
December	1.1	7.2	8.2	1.9	3.6	5.4	264.4	221.4
January	0.3	4.5	4.7	0.5	2.5	3.0	259.0	247.6
February	0.1	6.3	6.4	0.1	1.6	1.7	154.8	114.4
March	0.8	8.2	9.0	0.5	1.5	2.0	141.8	82.5
April	0.9	8.0	8.9	0.2	0.4	0.5	48.4	20.7
Total	0.6	6.2	6.8	3.1	9.6	12.7	868.1	686.6

As seen in Table 5, concentration and load values were 8.2 mg L⁻¹ and 5.4 kg ha⁻¹, respectively in December which was the first month of the study. Nitrogen concentrations dropped to 4.7 mg L⁻¹ in January in which precipitation was 259 mm. Concentration values started to increase with the decrease of rainfall after February.

İbriki et al. (2016) reported that the decrease in drainage due to rainfall in winter months increased nitrogen concentrations. In addition, it is thought that since after this month soil temperature increased accelerated nitrification and may have increased the nitrogen concentrations (Muchow, 1994; Başer, 2006).

76% of the leached 12.7 kg N ha⁻¹ nitrogen is in the form of nitrate (9.6 kg N ha⁻¹) and 24% (3.1 kg N ha⁻¹) in the form of ammonium. Barraclough et al. (1984) reported that the nitrate leached in the ranging of 9-75% in different fertilizer dosage applications. Ju et al. (2003) found that excessive rainfall is a factor that facilitates the movement of nitrate in the profile. İbriki et al. (2016) reported that the plant pattern, precipitation and the amount of irrigations have important effect on the nitrate concentration in the drainage water.

The reason of nitrogen leaching by the effect of rainfall is that nitrate is a soluble and negatively charged and called the mobile ion in the soil. So, it moves naturally towards deeper of the soil along with the drainage water and finally contaminated the ground water (Özekici, 2008; Anonymous, 2013b). Therefore, nitrogen loss was by the mean of nitrogen by leaching from the soil. On the other hand, ammonium is assumed to be immobile as it is largely fixed to soil colloids and is not easily transported by water flow except under special conditions (Wiklander 1977; Johnsson et al. 1987; Aulakh and Singh 1997; Chowdary 2004; Karnez et al. 2013; İbriki et al. 2012, 2015).

The linear regression equations were found as $N_p = 0.015p + 0.011$ ($R^2 = 0.745$) and $N_d = 0.015d + 0.228$ ($R^2 = 0.722$), respectively (Figure 3). According to the R squares, precipitation has the power to explain the leached nitrogen by approximately 75% and drainage by 72%. These equations showed that the leached amount of nitrogen (N_p) and nitrogen (N_d) after rains could be estimated. As can be seen from the equation in Figure 3, when the precipitation of 20 mm occurred, for example, the leached amount of nitrogen was 0.31 kg ha⁻¹, and with drainage of 20 mm, 0.53 kg ha⁻¹. However, when rainfall and drainage stop ($P = 0$), it is estimated that some nitrogen ($N_p = 0.011$ kg ha⁻¹ and $N_d = 0.228$ kg ha⁻¹) is leached away. Hess et al. (2020) reported in their study that the increase in the amount of precipitation increased N leaching and this situation had economic and environmental damages.

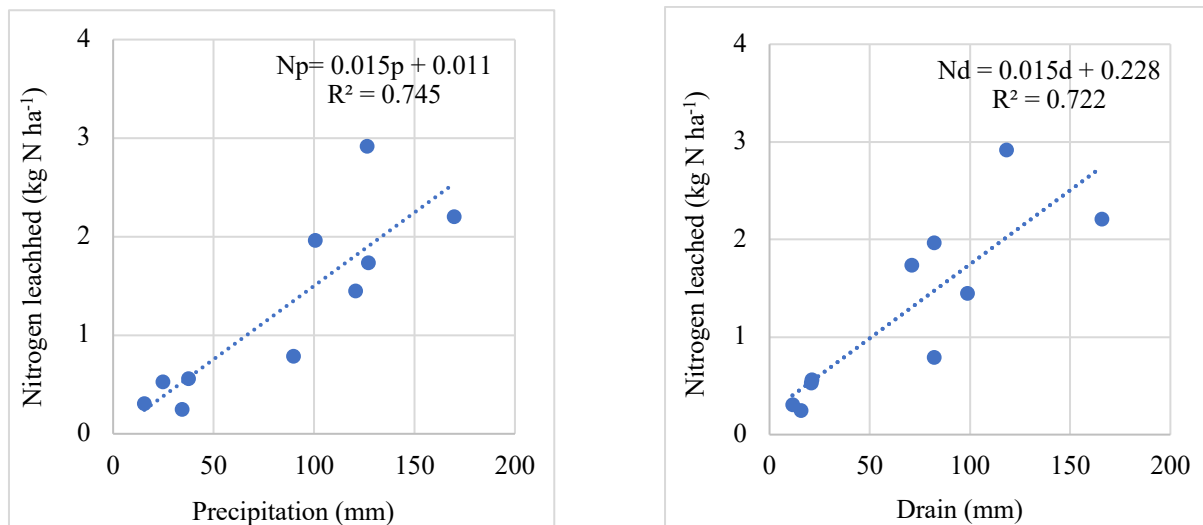


Figure 3. Relationships between precipitation, drainage, and soil leached nitrogen (N)

4. Conclusions

The automation system created made 157 measurements with 24-hour intervals to measure the water leaching from the lysimeter after rainfall in the rainy of 97 days. The system recorded 868.1 mm of rainfall and 686.6 mm of drainage during the period. The highest rainfall was 264.1 mm in December 2018, the lowest precipitation was 48.4 mm in April 2019, the highest drainage was 247.6 mm in January 2019, and the lowest was 20.7 mm in April 2019. It was determined that 12.7 kg N ha⁻¹ nitrogen was leached along with the drainage water, and this value was 8.4% of the total nitrogen found in the lysimeter soil at the beginning. Of the leached nitrogen, 24% (3.1 kg N ha⁻¹) is in the form of ammonium and 76% (9.6 kg N ha⁻¹) of nitrate. The results showed that applying nitrogenous (N) fertilizer to the soil regardless of seasonal rainfall, would increase nitrogen leaching.

While preparing the fertilization program in agricultural production, the type, dose, fertilization time and form of

nitrogenous fertilizers should be planned correctly, taking into account the precipitation of the region. If possible, nitrogen fertilizer should not be applied in periods of excessive rainfall or should be applied by splitting. This will provide a significant gain in terms of both protecting human health and contributing to the country's economy by reducing the input costs in production by preventing the environmental and economic impact of nitrogen loss.

Acknowledgment

This work supported by the Sütçü İmam University Scientific Research Project (Project No:2019 / 02-3 YLS), Türkiye.

References

- Akdağ, M. N., Zengin, M. (2020). Artan Dozlarda Bakir Sülfat ve Azot Uygulamalarının Ekmeklik Bugdayda Verim ile Kök ve Kök Bogazi Çürüklüğü Hastalığına Etkileri. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 17(2): 149-161.
- Anonymous, (2005). Regulation on Water Intended for Human Consumption, www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/02/20050217-3.htm, (accessed date:23.09.2019)
- Anonymous, (2010). Council Directive 98/83 / EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. Documents in European Community Environmental Law. C. L 330, pp. 865–878
- Anonymous, (2019a). DAP Fertilizer (Diammonium Phosphate), <http://www.toros.com.tr/Tr/Dap-Gubre>, (accessed date:17.09.2019)
- Anonymous, (2019b). Crop Production Statistics, from http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001, (accessed date:17.09.2019)
- Anonymous, (2019c). Nitrate Leaching, http://www.far.org.nz/assets/files/uploads/Nitrogen_leaching.pdf, (accessed date: 20.10.2019)
- Anonymous, (2022). Official Statistics, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=K.MARAS> (accessed date:13.01.2022)
- Aulakh, M. S., Singh, B. (1997). Nitrogen losses and fertilizer N use efficiency in irrigated porous soils. *Nut. Cyc. Agroecosyst*, 47:197–212
- Barracough, D., Geens, E. L., Maggs, J. M. (1984). Fate of fertilizer nitrogen applied to grassland. *11. Nitrogen-15 leaching results*, 35: 191–199
- Başer, K. (2006). *Sazlı Dere'nin Azot ve Fosfor Kirliliğinin İzlenmesi ve Etkisinin İrdelenmesi*. Marmara Üniversitesi, İstanbul pp. 86
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S. (1982). Nitrogen: total, In: Page AL et al. (Ed.). *Methods of soil analysis: part 2*, 2nd ed., Agronomy monograph 9, ASA, ASSA, Madison, pp. 595-641
- Chowdary, V. M., Rao, N. H., Sarma, P. B. S. (2004). A coupled soil water and nitrogen balance model for flooded rice fields in India. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 103(3), 425-441.
- Çetin, M., Saygin, S., Demir, H. (2020). Tarım Sektörünün Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Türkiye Ekonomisi İçin Bir Eşbütünlük ve Nedensellik Analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 329-345.
- Denmead, O., Macdonald, B., Bryant, G., Reilly, R., Griffith, D., Stainlay, W., White, I., Melville, M. (2005). Gaseous nitrogen losses from acid sulfate sugarcane soils on the coastal lowlands, *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol*, 27: 211-219
- Ersoy, A. F., Ersoy, H. (2007). Gümüşhacıköy Akiferi'nde Yer altı suyu Kirliliğinin Modellenmesi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*. 30 Ekim –02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon
- Gençoğlan, C., Usta, S., Gençoğlan, S. (2020). Development of a weighting lysimeter system operated by a programmable logic controller (PLC). *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(1), 107-115.
- Gupta, M., L., Khosla, R., (2012). Precision nitrogen management and global nitrogen use efficiency, <https://www.ispag.org/proceedings/?Action=abstract&id=1013&search=types>, (accessed date: 20.04.2019)
- Güvenç, İ., Kazankaya, A. (2019). Türkiye'de ceviz üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 29(3): 418-424.
- Güzel, N., Gülüt, K. Y., Büyük, G. (2008). Bitki Besin Elementleri Yönetimine Giriş. *Toprak Verimliliği ve Gübreler Adana: Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Genel Yayın No: 246*. pp.110-203
- Hess, L. J., Hinckley, E. L. S., Robertson, G. P., Matson, P. A. (2020). Rainfall intensification increases nitrate leaching from tilled but not no-till cropping systems in the US Midwest. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 290, 106747.
- İbrikçi, H., Çetin, M., Sağır, H., Mert, U., Gölpinar, M. S., Karnez, E. 2016. Sulu Tarımın Yapıldığı Akarsu Sulama Havzasında Drenajla Oluşan Azot Kayıplarının Zamansal İzlenmesi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 153-163.
- İbrikçi, H., Cetin, M., Karnez, E., Kirda, C., Topcu, S., Ryan, J., Oztekin, E., Dingil, M., Korkmaz, K., Oguz, H. (2012). Spatial and temporal variability of groundwater nitrate concentrations in irrigated Mediterranean agriculture. *Communications in soil science and plant analysis*, 43(1-2), 47-59.
- İbrikçi, H., Cetin, M., Karnez, E., Flügel, W. A., Tilkici, B., Bulbul, Y., & Ryan, J. (2015). Irrigation-induced nitrate losses assessed in a Mediterranean irrigation district. *Agricultural Water Management*, 148, 223-231.
- Johnsson, H., Bergstrom, L., Jansson, P. E., & Paustian, K. (1987). Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 18(4), 333-356.
- Ju, X. T., Liu, X. J., & Zhang, F. S. (2003). Accumulation and movement of NO₃⁻-N in soil profile in winter wheat-summer maize rotation system. *Acta Pedologica Sinica*, 40(4), 538-546.
- Kaçar, B. 2009. *Toprak Analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım, ISBN: 978-605-320-430-5, Ankara, 614s.

- Kant, C., Aydın, A., Barik, K. (2006). Erzurum Daphan ve Pasinler Ovası Toprak Örneklerine Suya Doygun Koşullarda Uygulanan Değişik Azotlu Gübrelerin Çeltik Bitkisinin Gelişimine, Mineral İçeriğine, Besin Maddesi Alımı ve Yıkanmasına Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2), 145-152.
- Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S. (1999). The nitrate content of well waters in the Kumluca region-Antalya. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(3), 309-314.
- Karaman, R. (2012). Bitki Besleme. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, Çorum.
- Karşahin, M. (2014). Bitkisel üretimde azot alım etkinliği ve reaktif azotun çevre üzerine olumsuz etkileri. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2(3), 15-21.
- Karnez, E., İbrikci, H., Cetin, M., Ryan, J., Dingil, M., Oztekin, E., Korkmaz, K. (2013). Implications of profile mineral nitrogen in an irrigated project area of southern Turkey. *Communications in soil science and plant analysis*, 44(1-4), 783-793.
- Linn, D. M., Doran, J. W. (1984). Effect of water-filled pore space on carbon dioxide and nitrous oxide production in tilled and nontilled soils. *Soil Science Society of America Journal*, 48(6), 1267-1272.
- Muchow, R. C. (1994). Effect of nitrogen on yield determination in irrigated maize in tropical and subtropical environments. *Field Crops Research*, 38(1), 1-13.
- Müftüoğlu, N. M., Demirel, T. (1998). Toprakta azot bilançosu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1).
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H. (2007). Toprak Bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 73. Ders Kitapları Yayın No: A-16, Adana pp. 433-456
- Özekici, B. (2008). Damla Sulama Yönteminde Su ve Gübre Tasarrufu. *Sulama Drenaj Konferansı*. 10 – 11 Nisan 2008, Adana, DSİ VI. Bölge Müdürlüğü, pp. 46–52
- Polat, R., Elçi, A., Şimşek, C., & Gündüz, O. (2007). İzmir-Nif dağı çevresindeki yeraltı suyu nitrat kirliliği boyutunun mevsimsel değerlendirilmesi. *7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi (2007)*, İzmir, Türkiye.
- Prakasa, Rao., S., Puttanna K (2000). Nitrates, agriculture and environment. *Current Science*, 79 (9): 1163-1168
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S. (2008). Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Derim*, 25(2), 24-34.
- Süenal, S. (2012). Türkiye’ de Tarımsal Kaynaklı Yer altı Suyu Nitrat Kirliliği. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(2): 116-118
- Uzun, A., Palabaş, Uzun, S., Korkmaz, S. Y. (2018). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Aşağı Yerleşkesi Tohumlu Bitkilerinin Çeşitliliği ve Sistematiği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(6): 854–874
- Wiklander, L. (1977). Leaching of Plant Nutrients in Soils: IV. Contents in Drainage Water and Ground Water. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 27(3), 175-189.
- Yetgin, M, A. (2010). Organic Fertilizers and Its Importance, http://www.samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/organik_guberler_ve_onemi.pdf, (accessed date:27.10.2019)

Effect of Die Geometry and Moisture Content on Pelletizing of Palm Pruning Residues

Palmye Budama Artıklarının Peletlenmesinde Pelet Kalıp Geometrisi ve Peletleme Neminin Etkisi

Hasan YILMAZ^{1*}, Mehmet TOPAKCI², Murad ÇANAKCI³, Davut KARAYEL⁴


Abstract


Palm pruning residues are potential pellet raw material, which are quite abundant in regions with hot climates. In pelletizing process, raw material properties and pellet machine features are the main factors affecting the final pellet quality. In this study, 5 mm sieve hole diameter milled palm pruning residues was pelleted using two different pellet dies and two different pelletizing moisture. First die (D1) has 25 mm total length, 17° inlet angle and 10 mm inlet depth. The second die (D2) has 35 mm total length, 33° inlet angle and 5 mm inlet depth. The inlet and outlet hole diameter of both die are 11 mm and 8 mm, respectively. Pelleting moisture is fixed at two different levels as 10% (M10) and 14% (M14). The change of production parameters and pellet physical properties were investigated according to the die type and moisture content parameters. Increasing pelletizing moisture had a positive effect on the production capacity and it was obtained as 82.44, 103.1, 134.05, 145.49 kg h⁻¹ for D1-M10, D1-M14, D2-M10 and D2-M14 pellets, respectively. The increase in pelletizing moisture caused degradation of the pellet forms, which is more evident in the pellets produced in the D1 die. Pellets produced in the D2 die are more compressed and denser and lower moisture content. The increase in total die length resulted in heavier and denser pellet production, resulting in higher production capacity and low specific energy consumption. Pellet durability index (% ar) of D1-M10, D1-M14, D2-M10 and D2-M14 were measured as 95.53; 92.29 and 97.74; 98.32, respectively. It was concluded that the longer active die length can tolerate high moisture content pelletizing, and durable pellets can be produced in a wide moisture content range. In addition, die conical dimensions and die length are the factors that needs to be optimized according to different raw materials.

Keywords: Biomass, Pellet die, L/D ratio, Compression, Durability, ENplus®

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Hasan YILMAZ, Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Antalya, Turkey. E-mail: hasanyilmaz@akdeniz.edu.tr  OrcID: 0000-0003-3791-6437

²Mehmet TOPAKCI, Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Antalya, Turkey. E-mail: mtopakci@akdeniz.edu.tr  OrcID: 0000-0002-5049-9511

³Murad ÇANAKCI, Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Antalya, Turkey.. E-mail: mcanakci@akdeniz.edu.tr  OrcID: 0000-0002-1985-8387

⁴Davut KARAYEL, Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Antalya, Turkey.. E-mail: dkarayel@akdeniz.edu.tr  OrcID: 0000-0002-6789-2459

Atıf/Citation: Yılmaz, H., Topakçı, M., Çanakçı, M., Karayel, D. Effect of Die Geometry and Moisture Content on Pelletizing of Palm Pruning Residues. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 204-214.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Öz

Palmiye budama artıkları pelet yakıtı olarak değerlendirilme potansiyeli bulunan, özellikle sıcak iklimlerde oldukça fazla miktarda ortaya çıkan artıklardır. Peletleme işleminde hammadde özellikleri ve pelet makinesi özellikleri pelet kalitesini belirleyen unsurlardır. Bu çalışmada, 5 mm elek delik çapına sahip çekiçli değirmende öğütülen palmiye budama artıkları iki farklı peletleme nemi ve iki farklı pelet kalıbında peletlenmiştir. İlk kalıp (D1) 25 mm toplam uzunluk, 17° giriş açısı ve 10 mm giriş derinliğine sahiptir. İkinci kalıp (D2) 35 mm toplam uzunluk, 33° giriş açısı ve 5 mm giriş derinliğine sahiptir. Her iki kalıbın giriş çapı 11 mm ve çıkış çapı 8 mm'dir. Peletleme nemleri %10 (M10) ve %14 (M14) olarak belirlenmiştir. Peletleme nemi ve pelet kalıbı değişkenlerine göre üretim parametreleri ve pelet fiziksel özellikleri incelenmiştir. Peletleme neminin artışı üretim kapasitesinde artışa neden olmuş, D1-M10, D1-M14, D2-M10 ve D2-M14 peletleri için sırasıyla 82.44, 103.1, 134.05, 145.49 kg h-1 olarak hesaplanmıştır. Pelet formu peletleme neminin artışıyla bozunmaya uğramıştır, bu durum D1 kalıbında daha belirgindir. D2 kalıbında üretilen peletler daha fazla sıkışmaya maruz kalarak daha yoğun ve düşük nem içeriğine sahiptir. Toplam kalıp uzunluğunun artışı pelet kütlelerinde artışa neden olarak daha yoğun peletler üretilmesini sağlamıştır. Bu nedenle D2 kalıbında üretilen peletlerin yoğunluğu ve üretim kapasitesi artmış, özgül enerji tüketimi azalmıştır. Pelet dayanıklılık dirençleri (%), D1-M10, D1-M14, D2-M10 ve D2-M14 peletleri için sırasıyla 95.53; 92.29 ve 97.74; 98.32 olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonunda, kalıp aktif uzunluğunun yüksek nem içeriğindeki peletleme işlemini tolere ederek geniş peletleme nemi aralığında dayanıklı peletler üretilebileceği sonucuna varılmıştır. Pelet kalıbı deliklerinin koniklik ölçüleri ve kalıp kalınlığının farklı hammaddelere göre optimize edilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle, Pelet kalıbı, L/D oranı, Sıkıştırma, Dayanıklılık, ENplus®

1. Introduction

Biomass pellets are a promising fuel type to replace solid fossil fuels. It is defined as cylindrical solid fuels with a diameter of 6-8 mm and a length of 3-40 by compressing the dried and ground raw material in die with conical holes (Döring, 2013).

Due to their low moisture content, regular cylindrical structure and high density compared to coarse biomass, they provide efficient transportation and storage and homogeneous combustion (Gilbert et al., 2009; Kaliyan and Morey, 2010; van der Stelt et al., 2011). In recent years, the production and use of pellets has increased due to the increase in environmental awareness, the renewable energy policies of the countries and the encouragement of domestic fuel use (Liu et al., 2010; Pradhan et al., 2018). World pellet production reached 55 million tons at the end of 2018, an increase of 14% compared to 2017 (Calderón et al., 2019). Forest residues and by-products are the most commonly used raw materials in pellet production because of the well-organized and well-controlled amount of waste, known and sufficient fuel properties, and the availability of appropriate pelletizing technologies. For this reason, pellets obtained from forest products in the world pellet industry are generally called wood pellets. In recent years, pellet fuel characteristics have been tried to be improved by processes such as gasification (Diken and Kayışoğlu, 2020) and co-pelletization (Atay, 2016) and studies have been carried out on different production technologies.

The pelleting process originated with the production of animal feed and as pelleting of biomass became more widespread, pellet machines and their basic components were adapted (Tumuluru et al., 2011). The most important factors in the process of converting the ground biomass into pellet form by compression are the physical properties of the raw material and the properties of the pellet machine and its parts. Appropriate particle size and moisture content of the raw material ensures the production of dense and durable pellets. The basic components of the pellet machine (pellet die and rollers) as well as suitable raw material properties and pelleting conditions are factors that affect the efficiency of the pelleting process. Pellet die geometry is critical for the compaction of the raw material. The pellet die consists of conical holes and the compression ratio (L/D) ratio is used when defining the conicity of the die.

In the biomass pelletizing process, the pellet die is subjected to higher stress and the taper and die thickness have been increased to increase die strength compared to the animal feed industry. (Nielsen et al., 2020). In the pelleting process of biomass, raw material density, moisture content and die L/D ratio are critical for pellet formation (Moon et al., 2014).

Pellet die geometry and accordingly pellet mill load is a factor that determines the production cost by affecting the energy requirement, production capacity, life of the die and rollers (Nielsen et al., 2009).

In the pellet industry, it is known that hard particulate raw materials (hardwood/woody) require more compression force than softwood/herbaceous raw materials (Nielsen et al., 2009). Stelte et al., (2012) stated that in order to determine the ideal die geometry, experimental studies should be carried out on different raw materials under different working conditions.

Various plant residues around the world have the potential to be used as raw materials for pellet production. Biomass-based residues such as agricultural residues, landscape residues, and municipal residues are sustainable residues in the region where they occur. Residues of palm trees, which are generally grown for palm oil industry and afforestation of landscape areas in regions with hot climates, are biomass products used in various industries. Due to palm oil production and the amount of residues, palm residues are classified as mesocarp fiber, palm kernel shell, palm trunk, palm oil mill effluent, empty fruit bunches and palm frond (Hosseini and Wahid 2014). Previous studies on the evaluation of palm residues were mostly related to palm oil industry residues, and liquid fuel (Ben Hnich et al., 2020), solid fuel in ground form (Ninduangdee and Kuprianov 2015), pellet (Jiang et al. 2016; Na et al. 2013; Si et al. 2016; Ungureanu et al. 2016), biodiesel (Thushari and Babel 2018), biochar (Sun et al., 2013), textile industry product (Chicatto et al. 2018) and building material (Suoware et al. 2019) were obtained from these residues.

Because they grow fast, palm trees require periodic pruning. During pruning, about 35 kg of branches, leaves and fruit residues emerge from each tree (Bourmaud et al. 2017). In cities where palm is used as an ornamental

plant, pruned branches are generally disposed of as garbage, causing visual and environmental pollution. In the current literature, besides the use of waste palm pruning residues as pellet raw materials, it has been observed that there is a lack of studies on the basic pelletizing parameters.

The objective of this study was to investigate the effects of die geometry and moisture content on pelletizing of palm pruning residues, as unit energy requirement and physical properties of the pellets are significant factors in pellet production.

2. Materials and Methods

The experiments were carried out in Akdeniz University Faculty of Agriculture, Agricultural Machinery and Technologies Engineering Application Workshop and Biomass Laboratory. The pruning residues obtained from the palm trees in the Akdeniz University campus area were shredded with a PTO driven shredder and left to dry for 4-5 days under sunlight to facilitate grinding. In the natural drying process, pruning residues are mixed at regular intervals in order to prevent decay due to temperature and humidity and for an effective drying process. Dried shredded material was ground with a hammer mill with a PTO driven sieve hole diameter of 5 mm (Figure 1).



Figure 1. Preparation stages of raw material

The bulk density value of palm pruning residues in ground form was calculated as 233.5 kg m^{-3} . The particle size distribution of the milled material was determined on a test device with sieves of 0.125, 0.25, 0.50, 1.00, 1.70, 2.36 and 3.00 mm diameter (Figure 2).

Ultimate/proximate values and chemical components of ground palm are given in Table 1.

Table 1. Ultimate/proximate values and chemical components of ground palm

Raw material	C (%)	H (%)	N (%)	O ^a (%)	HHV (MJ kg ⁻¹ , ar)	LHV ^b (MJ kg ⁻¹)	AC (%)	VM (%)	FC ^a (%)	Lignin ^c (%)	Extractives ^c (%)
PPR	44.29	5.64	1.13	48.94	16.63	16.48	6.30	74.18	19.52	22.53-32.2	4.25-5.08

^aDetermined by difference, ^b Measured with equation developed by Nska et al. 2020; Obidzinski et al. 2019, ^c(Mirmehdi et al., 2014)

After drying and grinding, the raw material with a moisture content of 8.4% was divided into two groups and moistened with 10% (M10) and 14% (M14) moisture content. The Equation (1) was used in the moistening process.

$$Q = W_i(M_f - M_i)/(100 - M_f) \quad (\text{Eq.1})$$

Equation variables are Q : Amount of water to be added (g); W_i : Initial weight of the material (g); M_i : Initial moisture content of the material (%); M_f : Final moisture content of the material (%)

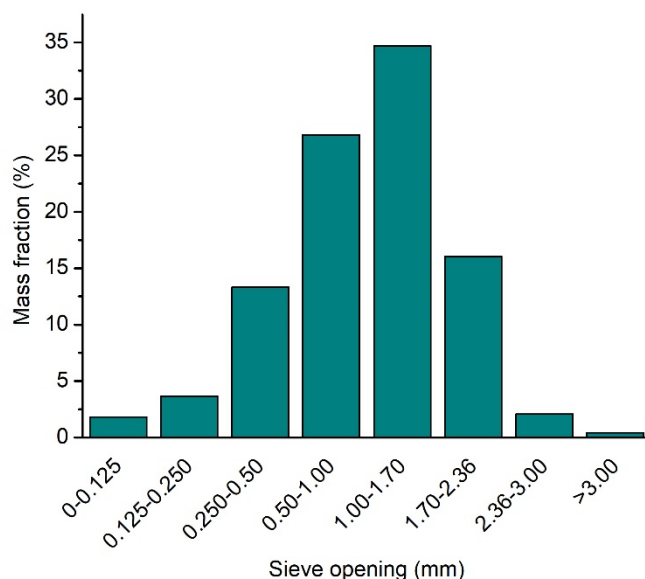


Figure 2. Particle size distribution of 5 mm ground palm pruning residues

A laboratory scale pelletizing machine with a flat die and a motor power of 15 kW was used in the pelleting process. Pellet dies were manufactured by Levent Makine (Turkey, Denizli) from AISI 4140 alloy steel and have a hardness value of 56 HRC. The dimensions and hole geometries of the dies used in the pelleting experiments are given in Figure 3.

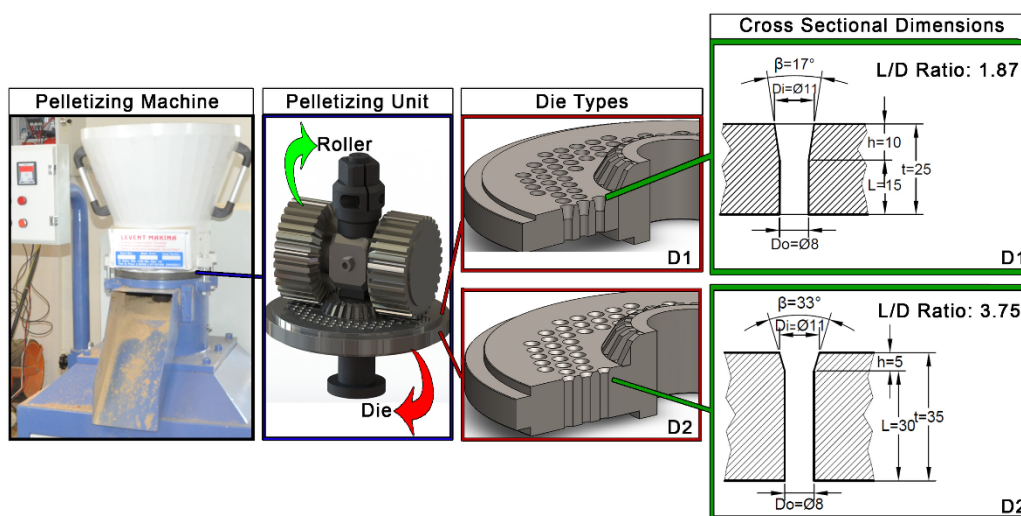


Figure 3. Pelletizing machine and die dimensions used in the experiments

Die geometric parameters are β : Inlet angle, D_i = Inlet diameter, D_o = Outlet diameter, h = Inlet depth, L = Active length and t = Die thickness.

Raw materials with 10% (M10) and 14% (M14) moisture content were pelleted in D1 and D2 dies and pellets were obtained with the codes D1-M10, D1-M14, D2-M10 and D2-M14. The production capacity (PC) during pellet production was calculated as kg/h by collecting the pellets produced for 60 s in a container. Electrical energy consumption values were measured with a Chauvin Arnoux CA 8332B 3-phase energy analyzer at a recording frequency of 1 second. Electrical energy consumption and production capacity values were taken into account when a constant flow is maintained during pellet production. In order to ensure the pelletizing process under equal conditions, the raw material feeding was carried out in a controlled manner during the trials and the current level of the electric motor was kept constant at 27 (± 2) Amperes. The specific energy consumption (SEC) value is

calculated as kWh ton^{-1} by dividing the average power consumption (P, kW) by the production capacity (PC, kg h^{-1}). The SEC value is corrected by dry base so that pelleting moisture and die effect can be evaluated.

The obtained pellets were kept on the concrete floor for about half an hour to cool. After the production process, the pellets placed in closed plastic containers were subjected to physical tests 7 days later.

Moisture contents of the pellets were calculated according to ASAE S269.5 (2016) standard by keeping them at $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 24 h. Moisture contents of pellets and raw material were calculated by keeping them at $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 24 h. Bulk density was calculated as kg m^{-3} by filling 5 dm^3 container with the method in EN15103, (2010) standard. The particle densities of the pellets were calculated as kg/m^3 by measuring the length, diameter and mass of each of the 100 g pellets and dividing the mass by the volume (EN 16127, 2012). Pellet durability index value was calculated as % of mass loss in pellets before and after the test with the test device manufactured according to EN 15210-1, (2009) standard. The tensile strength (TS) of the pellets was measured with a hydraulic pressure tester advancing at a speed of 1 mm s^{-1} . In this test, the pellet placed between two plates was crushed at a constant speed and the applied load was recorded during the compression. Before the test, the length (L) and diameter (D) values of 10 pellets were measured, the maximum compression force (F) was recorded during the test and the tensile strength was calculated with Equation (2).

$$TS = 2F/\pi DL \quad (\text{Eq.2})$$

In the evaluation of the results obtained, 2 x 2 factorial design statistical method was applied with SPSS software. The adequacy of the produced pellets was evaluated according to the (ENplus 2015) standard.

3. Results and Discussion

3.1. Production Capacity and Energy Consumption

The effects of die hole geometry and pelletizing moisture on production capacity and specific energy consumption were found to be statistically significant ($p < 0.05$). The increase in pelletizing moisture increased the production capacity for both dies and decreased the specific energy consumption (Figure 4).

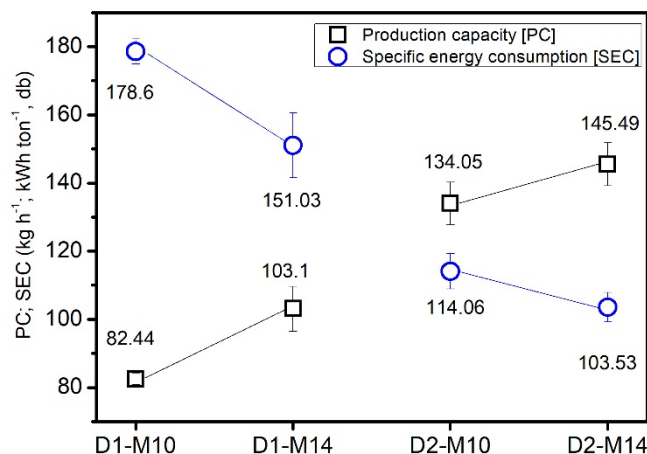


Figure 4. Production capacity and specific energy consumption changes

The increase in pelleting humidity for both dies increased the adhesion properties between the particles, thus reducing the power required for compaction, reducing the specific energy consumption and increasing the production capacity. It has been reported in studies that raw material moisture has a binding effect and more pellets are produced per unit time by reducing friction (Lehtikangas, 2001; Nguyen et al., 2017; Ungureanu et al., 2018).

Compared to the D1 die, the higher overall length of the D2 die causes longer and heavier pellets to be produced, resulting in a higher production capacity and lower specific energy consumption in the D2 die. In the studies, it has been reported that the die geometry is a factor that directly affects the energy consumption, production capacity and pressure requirement for pellet formation in pellet production (Nielsen et al., 2020; Trezek, 1981).

Although the L:D ratio is a defining parameter for pellet dies, die design parameters such as taper amount and active die length and variable raw material properties can cause differences in the pelletizing process and the compaction ratio of the produced pellets. It is common knowledge about the effect of L:D ratio on pelletizing, increasing the L:D ratio makes it difficult the compression process, increases friction and results in a denser pellet form (Nielsen et al., 2020). On the other hand, it has been reported that an increase in the L:D ratio in the pelletizing process with various agricultural residues reduces the pellet bulk density and durability index value. (Theerarattananoon et al., 2011). The effect of L:D ratio on pelletizing parameters and pellet quality may vary according to material type and pelletizing machine components. In this study, low energy requirement and high capacity pelletizing process of palm pruning residues were obtained in low inlet angle, high L:D ratio, long die length and high moisture content.

Although production capacity and efficient use of energy are important management elements in the pelletizing process, the physical properties of the pellets are a decisive factor for meeting the needs of the end user.

3.1. Pellet physical properties

The effects of die type and pelletizing moisture content on all pellet physical properties were found to be statistically significant ($p < 0.05$). The appearances of the obtained pellets are given in *Figure 5*. When examined visually, it can be said that pellets produced at low moisture content (M10) have a more uniform cylindrical structure than those produced at high moisture content (M14).

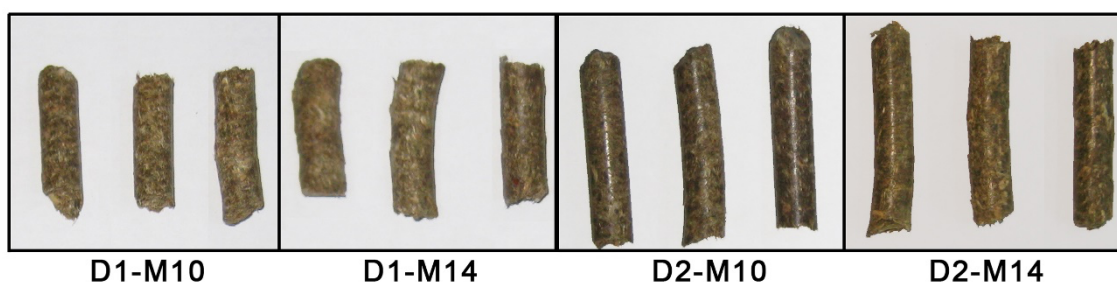


Figure 5. Palm pruning residue pellets produced at different die types and pelletizing moisture

According to *Figure 5*, it is seen that high moisture content distorts the ideal cylindrical shape. The shorter pellets obtained in the D1 die are due to the total thickness of the die. Average pellet length were 30.28 mm and 28.81 mm for D1-M10 and D1-M14, 37.32 mm and 35.47 mm for D2-M10 and D2-M14, respectively. The increase in pelletizing humidity caused gaps between the particles forming the pellet, causing it to break at the ends and obtaining lighter pellets.

Moisture contents were measured immediately after the pellets were produced and allowed to cool on the concrete floor and after they were kept for 7 days at 28 °C (± 3) and 65% (± 5) ambient conditions (*Figure 6*).

The increase in pelletizing moisture caused an increase in pellet moisture. Pellets produced at high moisture content tend to retain their current moisture content, being less affected by environmental conditions. Pellets with low moisture content tend to absorb moisture from the environment, and the pellets with the highest moisture absorption rate are D2-M10 pellets. The low inlet angle value and the short overall length of the D1 die had insufficient compaction in the pellets. For this reason, the pellets produced in the D1 die are more loose and more suitable to absorb moisture from ambient conditions. In previous studies, it has been reported that the increase in friction force in the pellet die increases the temperature of the pellet die (Larsson et al. 2012). The more active compression process in the D2 die increased the temperature caused by friction on the inner walls of the die, causing more moisture to evaporate.

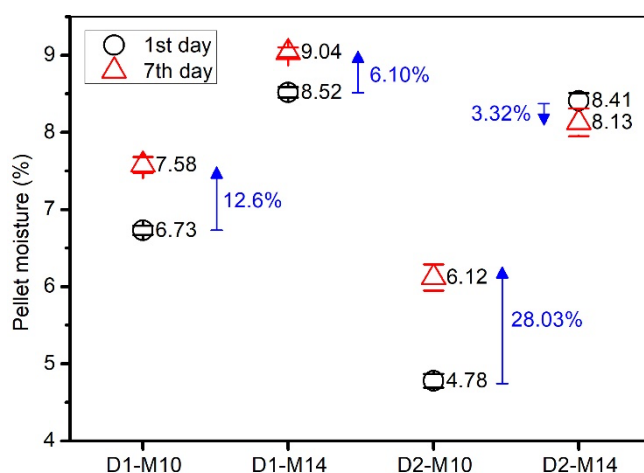


Figure 6. Moisture contents of the pellets produced on the first day and at the end of the 7th day

The particle density, bulk density, pellet durability index and tensile strength changes of the obtained pellets are given in Figure 7.

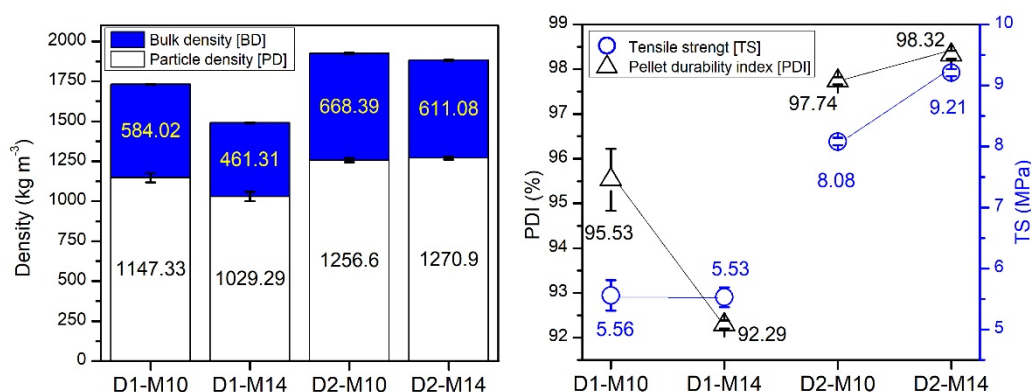


Figure 7. Changes of pellet density and strength indicators.

The active length of die D2 is longer than D1, this ensured that the pellet form was preserved throughout the die. The active length made the compression process more efficient. Therefore, the particle density and bulk density values of the pellets produced in the D2 die are higher than the pellets produced in the D1. The increase in pelletizing moisture caused a decrease in the density values in D1 die. High pelletizing moisture caused insufficient compaction. For this reason, it causes a void structure between the particles and accordingly low density and low durability values. Compared to the bulk density in ground form, the compaction ratios of D1-M10, D1-M14, D2-M10, D2-M14 pellets were calculated as 4.91, 4.41, 5.38, 5.44, respectively. D2-M14 pellets are superior in terms of storability efficiency.

In the pelletizing process in D1 die at 14% pelletizing moisture, the ideal pelletizing moisture threshold was exceeded, resulting in a less dense, low pellet durability index and tensile strength. In D2-M10 and D2-M14 pellets, where high compression was achieved due to the long die length, the increase in pelletizing moisture caused a slight increase in the particle density value, but a decrease in the bulk density value. The possible reason for this is thought to be the porous structure formed in the bulk pellet and the inhomogeneous pellet length. In Monedero et al., (2015)'s the increase in temperature caused by friction in the pellet die resulted in higher density and more robust pellet production. Exposure of the pellet to heat throughout the die increased the binding effect of moisture in D2-M14 pellets, resulting in the production of dense and durable pellets. Miladinovic (2014) reported that the PDI increased with the increase of the die thickness in the pellets obtained in the pellet die with the same exit diameter and 50 mm and 60 mm thickness. In Ginting et al. (2019)'s study the increase of inlet angle enabled sawdust to be compressed in a wider cross-sectional area and to obtain denser pellets.

The European Pellet Council is an organization that provides internationally valid certification of pellets used as solid fuel. Compliance of pellets with ENplus standards is a factor that provides confidence in end-user preferences and international trade flow of pellets. Comparison of palm pruning residue pellets produced in the study according to ENplus (2015) standards is given in *Table 2*.

Table 2. Comparison of produced pellets and Enplus standards

Parameter	Standard classes			Produced pellets			
	A1	A2	B	D1-M10	D1-M14	D2-M10	D2-M14
Diameter, (mm)	6-8 (±1)			8.52 <input checked="" type="checkbox"/>	8.79 <input checked="" type="checkbox"/>	8.15 <input checked="" type="checkbox"/>	8.06 <input checked="" type="checkbox"/>
Length, (mm)	3.15 < L ≤ 40			30.28 <input checked="" type="checkbox"/>	28.81 <input checked="" type="checkbox"/>	37.32 <input checked="" type="checkbox"/>	34.47 <input checked="" type="checkbox"/>
Moisture, (%)	≤ 10			6.73 <input checked="" type="checkbox"/>	8.52 <input checked="" type="checkbox"/>	4.78 <input checked="" type="checkbox"/>	8.41 <input checked="" type="checkbox"/>
Bulk density, (kg m ⁻³)	600 ≤ BD ≤ 750			584.02 <input checked="" type="checkbox"/>	461.31 <input checked="" type="checkbox"/>	668.39 <input checked="" type="checkbox"/>	611.08 <input checked="" type="checkbox"/>
Durability, (%)	≥ 98	≥ 97.5		95.53 <input checked="" type="checkbox"/>	92.29 <input checked="" type="checkbox"/>	97.74 <input checked="" type="checkbox"/>	98.32 <input checked="" type="checkbox"/>
Ash, (%)	≤ 0.7	≤ 1.2	≤ 2.0	6.30 <input checked="" type="checkbox"/>			
Nitrogen (%)	≤ 0.3	≤ 0.5	≤ 1.0	1.13 <input checked="" type="checkbox"/>			
LHV, (MJ/kg)	≥ 16.5			16.48 <input checked="" type="checkbox"/>			

Pellets that provide all physical qualifications according to Enplus standards are pellets produced in D2 die. Although the increase in moisture content of the pellets produced in D2 die decreased the bulk density, it remained within the standard limits. The durability index of D2-M14 pellets exceeded 98%, allowing the pellets to be in the A1 class physically. The fact that the pellets produced in the D1 die are less compressed than the D2 pellets and their relatively loose structure caused them to be out of standard in bulk density and durability index values.

Ash content and Nitrogen content are above the limit value. The ash content is expected to be low for efficient combustion and long-term use of combustion systems. Nitrogen content is important in terms of preventing the emission of nitrogenous compounds (NO_x) as emissions during combustion. It has been reported in studies that high N content causes NO_x gases and reduces combustion efficiency (Cheng et al., 2018; Yılmaz et al., 2020). The high ash content clogs the air flow paths in the combustion systems, reducing the combustion efficiency and causing CO emissions (Juszczak and Lossy, 2012; Liu et al., 2013). The calorific value was slightly below the limit level and could not reach the standard threshold. Palm pruning residues are physically sufficient residues to produce pellet fuel by providing ideal die geometry and pelleting moisture. However, in Enplus standards covering the standardization of pellets to be used in residential heating process, it is seen that palm pruning residue pellets have insufficient combustion properties such as ash content, heating value and nitrogen content.

4. Conclusions

In this study, energy consumption and production capacity values of palm pruning residues milled with a 5 mm sieve hole diameter were maximized at 14% moisture level in low taper and high die length die with the existing pelleting system. The long die length provided the continuation of the compaction process, enabling more dense and durable pellets to be produced. Although higher moisture content is expected to reduce energy consumption and increase production capacity, distortions may occur in the cylindrical formation of pellets produced at high moisture content. In addition to the expectation of high production capacity and low specific energy consumption, pelleting moisture and pellet die geometry are determining factors for the adequacy of pellet physical properties. According to previous studies and obtained results, it has been concluded that besides the unique characteristics of the raw material, die design parameters are of critical importance. Pelleting moisture is a factor that can be changed instantaneously with sprayer systems or conditioners during the process flow. However, considering its high cost and uninterrupted usage conditions, it is necessary to optimize the die hole geometry according to the material to be pelleted.

References

- American Society of Agricultural & Biological Engineers. (2012). *ASAE S269.5 Densified Products for Bulk Handling -- Cubes, Pellets, and Crumbles - Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content. ASAE Standard*. St. Joseph, Michigan, U.S.A.
- Atay, O. A. (2016). Yağ Güllü Damıtma Atıkları , Kızılçam Kabuğu ve Linyit Kömür Tozundan Elde Edilen Peletlerin Baca Gazı Emisyonlarının Belirlenmesi Measurement of Flue Gas Emission of Pellets Obtained from the Mixture of Rose Oil Processing Wastes , Lignite Coal Dust and P, *13*(02), 1–9.
- Ben Hnich, K., Khila, Z. and Hajjaji, N. (2020). Comprehensive study of three configurations coproducing synthetic fuels and electricity from palm residue via Fischer-Tropsch process. *Energy*, *205*, 118027. doi:10.1016/j.energy.2020.118027
- Bourmaud, A., Dhakal, H., Habrant, A., Padovani, J., Siniscalco, D., Ramage, M. H., Shah, D. U. (2017). Exploring the potential of waste leaf sheath date palm fibres for composite reinforcement through a structural and mechanical analysis. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *103*, 292–303. doi:10.1016/j.compositesa.2017.10.017
- Calderón, C., Colla, M., Jossart, J.-M., Hemeleers, N., Cancian, G., Aveni, N. and Caferrri, C. (2019). *BioEnergy Europe Statiscital Report* (Vol. 1). Place du Champ de Mars 2A 1050 Brussels. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Cheng, J., Zhou, F., Si, T., Zhou, J. and Cen, K. (2018). Mechanical strength and combustion properties of biomass pellets prepared with coal tar residue as a binder. *Fuel Processing Technology*, *179*(July), 229–237. doi:10.1016/j.fuproc.2018.07.011
- Chicatto, J. A., Rainert, K. T., Gonçalves, M. J., Helm, C. V., Altmajer-Vaz, D. and Tavares, L. B. B. (2018). Decolorization of textile industry wastewater in solid state fermentation with peach-palm (*Bactris gasipaes*) residue. *Brazilian Journal of Biology*, *78*(4), 718–727. doi:10.1590/1519-6984.175074
- Diken, B. and Kayışoğlu, B. (2020). A research on the determination of the gasification performance of grass pellets. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, *17*(1), 24–36. doi:10.33462/jotaf.538347
- Döring, S. (2013). Power from pellets: Technology and applications. *Power from Pellets: Technology and Applications*, *9783642199*, 1–223. doi:10.1007/978-3-642-19962-2
- EN 15210-1. (2009). Solid biofuels - Determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 1: Pellets.
- EN 16127. (2012). Solid biofuels. Determination of length and diameter of pellets.
- EN15103. (2010). Solid Biofuels- Determination of Bulk Density.
- ENplus. (2015). *Pellet Quality Requirements. ENplus Handbook*. Place du Champ de Mars 2 1050 Brussels, Belgium. <https://www.enplus-pellets.eu/en-in/resources-en-in/technical-documentation-en-in.html#handbook> from retrieved.
- Gilbert, P., Ryu, C., Sharifi, V. and Swithenbank, J. (2009). Effect of process parameters on pelletisation of herbaceous crops. *Fuel*, *88*(8), 1491–1497. doi:10.1016/j.fuel.2009.03.015
- Ginting, A., Mawardi, I., Jannifar, A., Semaun Hasyim, S. and Razali Anzieb, M. (2019). Effectiveness of die hole on wood pellet density quality improvement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *268*(1). doi:10.1088/1755-1315/268/1/012166
- Hosseini, S. E. and Wahid, M. A. (2014). Utilization of palm solid residue as a source of renewable and sustainable energy in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *40*, 621–632. doi:10.1016/j.rser.2014.07.214
- Jiang, L., Yuan, X., Xiao, Z., Liang, J., Li, H., Cao, L., Zeng, G. (2016). A comparative study of biomass pellet and biomass-sludge mixed pellet: Energy input and pellet properties. *Energy Conversion and Management*, *126*, 509–515. doi:10.1016/j.enconman.2016.08.035
- Juszczak, M. and Lossy, K. (2012). Pollutant emission from a heat station supplied with agriculture biomass and wood pellet mixture. *Chemical and Process Engineering - Inzynieria Chemiczna i Procesowa*, *33*(2), 231–242. doi:10.2478/v10176-012-0020-3
- Kaliyan, N. and Morey, R. V. (2010). Natural binders and solid bridge type binding mechanisms in briquettes and pellets made from corn stover and switchgrass. *Bioresource Technology*, *101*(3), 1082–1090. doi:10.1016/j.biortech.2009.08.064
- Larsson, S. H., Rudolfsson, M., Thyrel, M., Örberg, H., Kalén, G., Wallin, M. and Lestander, T. A. (2012). Temperature controlled feed layer formation in biofuel pellet production. *Fuel*, *94*, 81–85. doi:10.1016/j.fuel.2011.12.012
- Lehtikangas, P. (2001). Quality properties of pelletised sawdust, logging residues and bark. *Biomass and Bioenergy*, *20*(5), 351–360. doi:10.1016/S0961-9534(00)00092-1
- Liu, H., Chaney, J., Li, J. and Sun, C. (2013). Control of NOx emissions of a domestic/small-scale biomass pellet boiler by air staging. *Fuel*, *103*, 792–798. doi:10.1016/j.fuel.2012.10.028
- Liu, H., Qiu, G., Shao, Y. and Riffat, S. B. (2010). Experimental investigation on flue gas emissions of a domestic biomass boiler under normal and idle combustion conditions. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, *5*(2), 88–95. doi:10.1093/ijlct/ctq006
- Miladinovic, D. (2014). Optimising press settings contributes to better pellet quality, (January 2005).
- Mirmehdi, S. M., Zeinaly, F. and Dabbagh, F. (2014). Date palm wood flour as filler of linear low-density polyethylene. *Composites Part B: Engineering*, *56*, 137–141. doi:10.1016/j.compositesb.2013.08.008
- Monedero, E., Portero, H. and Lapuerta, M. (2015). Pellet blends of poplar and pine sawdust: Effects of material composition, additive, moisture content and compression die on pellet quality. *Fuel Processing Technology*, *132*(2015), 15–23. doi:10.1016/j.fuproc.2014.12.013
- Moon, Y.-H., Yang, J., Koo, B.-C., An, J.-W., Cha, Y.-L., Youn, Y.-M., Choi, I.-H. (2014). Analysis of Factors Affecting Miscanthus Pellet Production and Pellet Quality using Response Surface Methodology. *BioResources*, *9*(2), 3334–3346. doi:10.15376/biores.9.2.3334-3346

- Na, B. I., Kim, Y. H., Lim, W. S., Lee, S. M., Lee, H. W. and Lee, J. W. (2013). Torrefaction of oil palm mesocarp fiber and their effect on pelletizing. *Biomass and Bioenergy*, 52, 159–165. doi:10.1016/j.biombioe.2013.02.041
- Nguyen, Q. N., Cloutier, A., Stevanovic, T. and Achim, A. (2017). Pressurized hot water treatment of sugar maple and yellow birch wood particles for high quality fuel pellet production. *Biomass and Bioenergy*, 98, 206–213. doi:10.1016/j.biombioe.2017.01.028
- Nielsen, N. P. K., Holm, J. K. and Felby, C. (2009). Effect of fiber orientation on compression and frictional properties of sawdust particles in fuel pellet production. *Energy and Fuels*, 23(6), 3211–3216. doi:10.1021/ef800923v
- Nielsen, S. K., Mandø, M. and Rosenørn, A. B. (2020). Review of die design and process parameters in the biomass pelleting process. *Powder Technology*, 364, 971–985. doi:10.1016/j.powtec.2019.10.051
- Ninduangdee, P. and Kuprianov, V. I. (2015). Combustion of an oil palm residue with elevated potassium content in a fluidized-bed combustor using alternative bed materials for preventing bed agglomeration. *Bioresource Technology*, 182, 272–281. doi:10.1016/j.biortech.2015.01.128
- Nska, M. D. zy, Nski, S. O., Piekut, J. and Yildiz, G. (2020). The utilization of plum stones for pellet production and investigation of post-combustion flue gas emissions. *Energies*, 13(19). doi:10.3390/en13195107
- Obidzinski, S., Dolzynska, M., Kowczyk-Sadowy, M., Jadwisieniczak, K. and Sobczak, P. (2019). Densification and fuel properties of onion husks. *Energies*, 12(24). doi:10.3390/en12244687
- Pradhan, P., Mahajani, S. M. and Arora, A. (2018). Production and utilization of fuel pellets from biomass: A review. *Fuel Processing Technology*, 181(October), 215–232. doi:10.1016/j.fuproc.2018.09.021
- Si, Y., Hu, J., Wang, X., Yang, H., Chen, Y., Shao, J. and Chen, H. (2016). Effect of Carboxymethyl Cellulose Binder on the Quality of Biomass Pellets. *Energy and Fuels*, 30(7), 5799–5808. doi:10.1021/acs.energyfuels.6b00869
- Stelte, W., Sanadi, A. R., Shang, L., Holm, J. K., Ahrenfeldt, J. and Henriksen, U. B. (2012). Recent developments in biomass pelletization - a review. *BioResources*, 7(3), 4451–4490. doi:10.15376/biores.7.3.4451-4490
- Sun, L., Wan, S. and Luo, W. (2013). Biochars prepared from anaerobic digestion residue, palm bark, and eucalyptus for adsorption of cationic methylene blue dye: Characterization, equilibrium, and kinetic studies. *Bioresource Technology*, 140, 406–413. doi:10.1016/j.biortech.2013.04.116
- Suoware, T. O., Edelugo, S. O., Ugwu, B. N., Amula, E. and Digitemie, I. E. (2019). Development of flame retarded composite fibreboard for building applications using oil palm residue. *Materiales de Construccion*, 69(335), 1–8. doi:10.3989/mc.2019.10418
- Theerarattananoon, K., Xu, F., Wilson, J., Ballard, R., Mckinney, L., Staggenborg, S., Wang, D. (2011). Physical properties of pellets made from sorghum stalk, corn stover, wheat straw, and big bluestem. *Industrial Crops and Products*, 33(2), 325–332. doi:10.1016/j.indcrop.2010.11.014
- Thushari, I. and Babel, S. (2018). Sustainable utilization of waste palm oil and sulfonated carbon catalyst derived from coconut meal residue for biodiesel production. *Bioresource Technology*, 248, 199–203. doi:10.1016/j.biortech.2017.06.106
- Trezek, G. J. (1981). National Technical Information Service. *Hydrocarbon Processing*, 78(9), 21.
- Tumuluru, J. S., Wright, C. T., Hess, R. and Kenney, K. L. (2011). A review of biomass densification systems to develop uniform feedstock commodities for bioenergy application. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 6(3), 246–256. doi:10.1002/bbb.324
- Ungureanu, N., Paraschiv, G., Ionescu, M. and Grigore, I. (2016). Production Status of Biomass Pellets – Review. *Durable Agriculture – Agriculture of the Future*, XLVI(February 2017), 574–581.
- Ungureanu, Nicoleta, Vladut, V., Voicu, G., Dinca, M. N. and Zabava, B. S. (2018). Influence of biomass moisture content on pellet properties - Review. *Engineering for Rural Development*, 17(May), 1876–1883. doi:10.22616/ERDev2018.17.N449
- van der Stelt, M. J. C., Gerhauser, H., Kiel, J. H. A. and Ptasinski, K. J. (2011). Biomass upgrading by torrefaction for the production of biofuels: A review. *Biomass and Bioenergy*, 35(9), 3748–3762. doi:10.1016/j.biombioe.2011.06.023
- Yılmaz, H., Topakçı, M., Karayel, D. and Çanakçı, M. (2020). Comparison of the physical properties of cotton and sesame stalk pellets produced at different moisture contents and combustion of the finest pellets. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. doi:10.1080/15567036.2020.1850931

Farklı Yöntemlerle Anadolu Manda Tereyağı Üretimi

Production of Anatolian Water Buffalo Butter Using Different Methods

İbrahim Halil ESER¹, Ahmet Levent İNANÇ^{2*}


Öz

Bu çalışmada Anadolu manda sütünden üç farklı yöntemle (tatlı krema, ekşi krema ve yoğurttan) manda tereyağı üretilmiştir. Uygulanan üretim yöntemleri karşılaştırılarak tereyağların bazı kimyasal özellikleri incelenmiştir. Hammadde olarak kullanılan manda sütünün yağ içeriğinin % 7, toplam kuru madde (yağ dahil) oranının %16.20 ve randımanının % 7-8.5 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bütün tereyağlarda ortalama %83.64 yağ içerdiği belirlenmiştir. Tereyağların pH değerlerinde önemli farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). En yüksek titrasyon asitliği (%0.43) ve en düşük serbest yağ asitliği (%0.80) yayık tereyağında (yoğurttan yapılmış) tespit edilmiştir. Sütün peroksit değeri $0.1 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$, tereyağların $1.94\text{-}2.01 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Sütteki vitamin miktarları tereyağlara göre düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Tereyağların vitamin A, D, E, K₁ ve K₂ değerleri sırasıyla $20.60\text{-}22.40 \mu\text{g g}^{-1}$, $3.56\text{-}4.20 \text{ ng g}^{-1}$, $24.40\text{-}33.20 \text{ ng g}^{-1}$, $59.20\text{-}72.80 \text{ ng g}^{-1}$ ve $64.20\text{-}123.00 \text{ ng g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Sütün kolesterol miktarı $69 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulunurken tereyağların kolesterol miktarları $1490\text{-}2953 \mu\text{g g}^{-1}$ aralığında bulunmuştur. En yüksek kolesterol içeriği yayık tereyağında bulunmuştur. Tereyağların ve sütün yüzde yağ asit kompozisyonları arasında fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Ortalama % yağ asit değerleri; bütirik asit (C_{4:0}) 3.799 ± 0.060 , kaproik asit (C_{6:0}) 1.253 ± 0.020 , kaprilik asit (C_{8:0}) 0.729 ± 0.017 , kaprik asit (C_{10:0}) 1.359 ± 0.035 , laurik asit (C_{12:0}) 1.746 ± 0.022 , miristik asit (C_{14:0}) 8.983 ± 0.064 , miristoleik asit (C_{14:1}) 1.870 ± 0.141 , pentadekanoik asit (C_{15:0}) 1.965 ± 0.032 , cis-10-pentadekanoik asit (C_{15:1}) 0.863 ± 0.028 , palmitik asit (C_{16:0}) 36.066 ± 0.498 , palmiteloik asit (C_{16:1}) 3.261 ± 0.026 , heptadekanoik asit (C_{17:0}) 1.176 ± 0.034 , cis-10-heptadekanoik asit (C_{17:1}) 0.466 ± 0.007 , stearik asit (C_{18:0}) 9.300 ± 0.075 , oleik asit (C_{18:1}) 24.194 ± 0.429 , linoleik asit (C_{18:2}) 1.061 ± 0.071 , α -linolenik asit (C_{18:3}) 0.342 ± 0.024 , araşidik asit (C_{18:0}) 0.184 ± 0.017 , cis-11-eikosenoik asit (C_{20:4}) 0.602 ± 0.060 , heneikosanik asit (C_{21:0}) 0.130 ± 0.001 , behenik asit (C_{22:0}) 0.252 ± 0.013 , erusik asit (C_{22:1}) 0.163 ± 0.020 , trikosenoik asit (C_{23:1}) 0.181 ± 0.006 , lignoserik asit (C_{24:0}) 0.147 ± 0.004 olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kolesterol, Manda sütü, Tereyağ, Vitamin, Yağ asit kompozisyonu

¹ İbrahim Halil ESER, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 46060, Kahramanmaraş, Türkiye.

E-mail: ibrhmall@hotmail.com  OrcID: 0000-0002-9550-9306

^{2*} Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ahmet Levent İNANÇ, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 46060, Kahramanmaraş, Türkiye E-mail: linanc@ksu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-7363-5096.

Atıf/Citation: ESER, İ.H, İNANÇ, A.L. Farklı Yöntemlerle Anadolu Manda Tereyağı Üretimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 215-226.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

In this study, buffalo butter was produced from Anatolian buffalo milk by three different methods (sweet cream, sour cream and yogurt). Some chemical properties of butters were investigated by comparing the applied production methods. It has been determined that the fat content of buffalo milk used as raw material is 7%, the total dry matter ratio is 16.20%, and its yields vary between 7-8.5%. All of the butters contained an average of 83.64% fat ($p>0.05$). No significant difference was found in the pH values of the butters ($p>0.05$). The highest titration acidity (0.43%) and the lowest free fatty acidity (0.80%) were determined in yayık butter (made from yogurt). Peroxide value of milk was $0.1 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$, and $1.94\text{-}2.01 \text{ meq O}_2 \text{ kg}^{-1}$ for the butter samples. The amounts of the vitamins in the milk were found to be lower than in the butters ($p<0.05$). The vitamin (A, D, E, K1 and K2) values of the butters were $20.60\text{-}22.40 \mu\text{g g}^{-1}$, $3.56\text{-}4.20 \text{ ng g}^{-1}$, $24.40\text{-}33.20 \text{ ng g}^{-1}$, $59.20\text{-}72.80 \text{ ng g}^{-1}$ and $64.20\text{-}123.00 \text{ ng g}^{-1}$, respectively. The amount of cholesterol in milk was found to be $69 \mu\text{g g}^{-1}$ while that of butter was found to be in the range of $1490\text{-}2953 \mu\text{g g}^{-1}$. The highest cholesterol content was found in yayık butter. There was no difference between fatty acid compositions of the butters and the milk ($p>0.05$). The percentages of average fatty acid values were evaluated as follows; butyric acid ($\text{C}_{4:0}$) 3.799 ± 0.060 , caproic acid ($\text{C}_{6:0}$) 1.253 ± 0.020 , caprylic acid ($\text{C}_{8:0}$) 0.729 ± 0.017 , capric acid ($\text{C}_{10:0}$) 1.359 ± 0.035 , lauric acid ($\text{C}_{12:0}$) 1.746 ± 0.022 , miristic acid ($\text{C}_{14:0}$) 8.983 ± 0.064 , miristoleic acid ($\text{C}_{14:1}$) 1.870 ± 0.141 , pentadecanoic acid ($\text{C}_{15:0}$) 1.965 ± 0.032 , cis-10-pentadecanoic acid ($\text{C}_{15:1}$) 0.863 ± 0.028 , palmitic acid ($\text{C}_{16:0}$) 36.066 ± 0.498 , palmitoleic acid ($\text{C}_{16:1}$) 3.261 ± 0.026 , heptadecanoic acid ($\text{C}_{17:0}$) 1.176 ± 0.034 , cis-10-heptadecanoic acid ($\text{C}_{17:1}$) 0.466 ± 0.007 , stearic acid ($\text{C}_{18:0}$) 9.300 ± 0.075 , oleic acid ($\text{C}_{18:1}$) 24.194 ± 0.429 , linoleic acid ($\text{C}_{18:2}$) 1.061 ± 0.071 , α -linolenic acid ($\text{C}_{18:3}$) 0.342 ± 0.024 , arasidic acid ($\text{C}_{18:0}$) 0.184 ± 0.017 , cis-11-eicosenoic acid ($\text{C}_{20:4}$) 0.602 ± 0.060 , heneicosanic acid ($\text{C}_{21:0}$) 0.130 ± 0.001 , behenic acid ($\text{C}_{22:0}$) 0.252 ± 0.013 , erucic acid ($\text{C}_{22:1}$) 0.163 ± 0.020 , tricosenoic acid ($\text{C}_{23:1}$) 0.181 ± 0.006 , lignoceric acid ($\text{C}_{24:0}$) 0.147 ± 0.004 .

Keywords: Buffalo milk, Butter, Cholesterol, Fatty acid composition, Vitamin

1. Giriş

İnsan beslenmesinde büyük öneme sahip olup vücutta sentezlenemeyen esansiyel aminoasitleri içinde bulunduran bir gıda maddesi olan süt, beslenme yetersizliği ile karşı karşıya olduğumuz şu dönemde büyük bir öneme sahip olup, direkt süt olarak ya da değişik lezzet, aroma, şekil ve yapıda birçok ürüne dönüştürülüp süt ürünleri şeklinde tüketilmektedir.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nün en son 2019 yılı verilerine göre Dünya'daki Manda baş sayısı 204.342.419'dir. Manda varlığının %97.1'ni oluşturan 198.414.255 baş manda Asya'da, geri kalan kısmın %1.7'i (3.476.421) Afrika'da, %1'i (1.985.388) Amerika ve %0.2'i (466.175) Avrupa'da bulunmaktadır. Türkiye'de ise 2021 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 194.277 baş manda bulunmaktadır. Sağılan baş mandalardan, 79.341 ton/yıl süt elde edilmektedir (FAO, 2021a; TÜİK, 2021a). Dünyada 2008 yılında 1.344.244 ton olan tereyağı üretimi varken, en son verinin alındığı 2018 yılına geldiğinde 10 yılda yaklaşık %27'lik artış göstererek 11.344.244 tona ulaşmıştır. Dünya tereyağı üretiminin %2.22'si Türkiye'de gerçekleştirilmektedir (FAO, 2021b). Ancak, Türkiye'de Ocak-Haziran/2021-2020 döneminde bir önceki yılın aynı dönemine göre tereyağı üretiminde %4.1 azalma görülmektedir (TÜİK, 2021b).

Manda sütü, başta tereyağı, lüle kaymağı ve yoğurt olmak üzere Afyon Kaymağı, Mozzarella peyniri, dondurma ve içme sütü olarak kullanılmaktadır. İçme sütü olarak manda sütü fazla tüketilmemektedir. İçme sütü olarak tüketilen manda sütü miktarı toplam üretimin sadece %0.1'idir. Manda sütünün kuru maddesinin yüksek olduğu için sütün işlendiği ürünlerin randımanı da yüksektir. Yağ oranı yüksek olmasına rağmen kolesterol değeri inek sütüne göre daha düşüktür. Kolesterol değerinin düşük olması, yağ globüllerinin çapının küçük olmasına bağlı olarak çoklu doymamış yağ asitlerince zengin olmasından kaynaklanmaktadır (Zicarelli, 2004). İnek sütüyle kıyaslandığında özel diyetlerde kullanımı daha sağlıklıdır. Manda sütünün üstün kılan diğer bir özelliği ise rengidir. Manda sütünün bileşiminde bulunan karoten, A vitamini olarak bulunduğundan manda sütü ve ürünlerinin rengi inek sütüne göre daha beyazdır (Metin, 2008; Üçüncü, 2005). Mandaların süt verimleri yetiştirildikleri işletmelerin ekonomisinde önemli yer tutar. Bu veriler ışığında manda sütü ve ürünleri, üretici ve tüketicilere oldukça önemli bir seçenek sunmaktadır (Demiryürek, 2004).

Tereyağı, sütün en önemli bileşeni olan süt yağından oluşur. Süt yağı doğadaki en karmaşık yağlardan biridir. Bu karmaşıklık içeriğinde bulunan yağ asitlerinin çeşitliliğinden (zincir uzunluğu -kısa, orta, uzun-, doymamışlık derecesi ve dallanma gibi) kaynaklanmaktadır (Metin, 2008; Fatouh ve ark., 2005). Tereyağı ya direkt olarak tüketilmekte ya da fırın ürünleri gibi işlem görmüş pek çok ticari üründe katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Yüksek oranda süt yağı, esansiyel yağ asitleri ve vitamin içeriği ile besleyici özelliğe sahip olan tereyağı, tüketiciler tarafından en fazla tercih edilen yağlardan birisidir. Dünyada üretilen tereyağları ağırlıklı olarak inek, manda ve koyun sütünden yapılmaktadır. En az %82 süt yağı içeriğine sahip olan tereyağı; süt, krema ya da yoğurdun değişik şekillerde işlenmesiyle elde edilen tereyağının modern işletmelerdeki yapımında genel olarak krema hammadde olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de yoğurttan üretilmiş tereyağı, kremadan elde edilene göre daha fazla tercih edilmektedir. Ancak üretiminin zahmetli olması ve otomasyona uygun olmayışı nedeniyle üretimi ekonomik olmayıp, endüstriyel olarak üretilmemektedir. Günümüzde, geleneksel olarak küçük çapta bazı aile işletmelerinin kendi ihtiyaçları için ürettiği, ticari olarak zor bulunan bir tereyağı olduğu da bir gerçektir. Dünyada genel olarak, ekşi kremadan (starter kültür ilave edilerek), tatlı kremadan (ekşitilmeden) ve laktik asit + aroma konsantresi ile asitlendirilmiş tatlı kremadan olmak üzere üç farklı tip üretim tekniği vardır (Mallia ve ark., 2008a).

Bu çalışmada, manda sütü kullanılarak üç farklı yöntemle yayık ve krema tereyağları üretilmiştir. Üretilen tereyağların bazı kimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çiğ manda sütü Kahramanmaraş ili Andırın ilçesinden temin edilmiştir. Yoğurt kültürü (CH-1, 50U) ve mezofilik aromatik tereyağ kültürü (F-DVS CHN-22) Chr Hansen Gıda Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketine (İstanbul) satın alınmıştır.

2.1. Sütün sterilizasyonu

Çiğ sütün sterilizasyonu otoklavda (Selecta, Presoclave 75 modeli) 121°C'de 3 dk. ısı işlem uygulaması ile gerçekleştirilmiştir (TGK, 2000).

2.2. Yoğurt yapımı

Süte yoğurt kültürü ilave edilerek 44°C'de 4 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra (yaklaşık pH 4.6) 4°C'de 24 saat olgunlaştırma işlemi için depolanmıştır.

2.3. Yayık tereyağı üretimi

Yoğurt; 1:2 oranında soğuk su eklenerek, oda sıcaklığında küçük ev tipi yayık makinesinde (Minisan Kaymakçı 5 Litre Yayık Makinesi) yayıklanmıştır. Yayıklama işlemi yaklaşık 35 dk. sonra sonlandırılmıştır. Yayıklama sonrasında oluşan tereyağ granülleri toplanmış yayıkaltı ayranından ayrılmıştır. Yoğurttan üretilen bu tereyağı "yayık tereyağı" olarak adlandırılmıştır. Tereyağı içerisinde bulunan yayıkaltı ayranından tamamen ayrılması için su ile yıkama işlemi (3 defa) yapılmıştır. Tereyağa uniform yapı kazandırmak için içerisindeki su baskı uygulanarak uzaklaştırılmıştır. Elde edilen tereyağı derin dondurucuda saklanmıştır.

2.4. Tatlı krema tereyağı üretimi

Asya Zenit Süt Krema makinasıyla kremanın süttten ayrılması sağlanmıştır. kremaya 1:1 oranında soğuk su eklenerek oda sıcaklığında 35 dk. yayıklama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yayıklama sonrasında oluşan tereyağ granülleri toplanmıştır. Su ile 3 defa yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Tereyağa uniform yapı kazandırmak için içerisindeki su baskı uygulanarak uzaklaştırılmıştır. Elde edilen tereyağı derin dondurucuda saklanmıştır.

2.5. Ekşi krema tereyağı üretimi

Tatlı krema tereyağı üretimindeki gibi krema süttten ayrıştırılmıştır. Kremaya mezofilik starter kültürü ilave edilerek 20-25°C'de pH 5.0-5.2 oluncaya kadar olgunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Olgunlaşma işleminin ardından 10°C'ye soğutulan krema yayık makinasına alınıp, krema miktarı kadar soğuk su eklenerek oda sıcaklığında yayıklanmıştır. Yayıklama 35 dk. sonra sonlandırılmıştır. Yayıklama sonrasında oluşan tereyağı granülleri toplanmış yayıkaltı ayranından ayrılmıştır. Tereyağ 3 kez su ile yıkanmıştır. Sonra uniform yapı kazandırmak amacıyla içerisindeki su baskı uygulanarak uzaklaştırılmıştır. Elde edilen tereyağı derin dondurucuda saklanmıştır.

2.6. Analizler

2.6.1. Su miktarı

Tereyağı örneklerinin su içeriği TS 1331/T1 Tereyağı Standardına göre belirlenmiştir (TSE, 2015). Tereyağı örnekleri (5g), 102±2°C'ye ayarlanmış etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir.

2.6.2. Yağ miktarı

Yağ tayini uygun bütirometreler kullanılarak AOCS (2000b)'de belirtilen 2000.18 metoduna göre yapılmıştır. 5g tereyağı örneği tartılıp bütirometre tüpüne konulduktan sonra tüp bütirometreye yerleştirilmiştir. Bütirometrenin üst boşluğundan 1.820 özgül ağırlığında 10 mL sülfürik asit ve 1 mL amil alkol konulduktan sonra, yakma işlemi gerçekleştirilmiş ve 10 dakika santrifüj işlemi uygulanmıştır. İşlem sonunda bütirometrelere taksimatlı kısmından tereyağının yağ miktarı yüzde olarak okunmuştur.

2.6.3. Randıman

Randıman, elde edilen ürün miktarının hammadde miktarına oranıdır. Süt ve tereyağların miktarları esas alınarak hesaplanmıştır.

2.6.4. pH

40°C'yi geçmeyen su banyosunda tereyağı eritilerek Mettler Toledo marka digital pH metre ile ölçüm yapılmıştır.

2.6.5. Titrasyon asitliği

Yağ örneklerinin titrasyon asitlik değerinin belirlenmesi için bir behere yaklaşık 5 g örnek tartılmıştır. 50 mL alkol ve eter (1:1) çözeltisi karıştırıldıktan sonra 2 damla %1'lik fenolfitalein ilave edilerek 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Yağın titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (TSE, 1995).

2.6.6. Peroksit sayısı

Şilifli bir erlene 5 g tereyağı örneği tartılmış ve çözünmesi için 10 mL kloroform ilave edildikten sonra hızlı bir şekilde karıştırılmış, üzerine 15 mL asetik asit ve 1 mL doymuş potasyum iyodür ilave edilmiş ve kapağı kapatılmıştır. Daha sonra 1 dk. karıştırılıp 5 dk. karanlık ortamda bekletilmiştir. 75 mL kaynatılmış ve oda sıcaklığına soğutulmuş sudan ilave edilip kuvvetlice çalkalandıktan sonra 1 mL nişasta çözeltisi eşliğinde 0.01 N sodyum tiosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir. Sonuçlar meq O₂ kg⁻¹ cinsinden verilmiştir (AOCS, 2006).

2.6.7. Serbest yağ asitliği

Süt yağını ayırmak için numune 50-60°C de eritilerek 2-3 saat kendi halinde bırakılmıştır. Berrak kısım alınarak kuru bir süzgeç kağıdından süzülmüştür. Hazırlanan deney numunesinden 5-10 g (0.01g hassasiyette) tartılmış, üzerine 50-100 mL nötrleştirilmiş etanol-dietil eter karışımı katılmış ve süt yağının çözülmesi sağlanmıştır. 2 damla fenol fitaleyn çözeltisi katılarak en az 10 saniye kalabilen solgun pembe bir renk oluşana kadar 0.1 N etanollü KOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Serbest yağ asitliğinin birimi % oleik asit cinsinden verilmiştir (AOCS, 2009).

2.6.8. Yağda çözünen vitaminler

Vitamin analizleri HPLC cihazı ile yapılmıştır. HPLC (Shimadzu LC-20AT); SIL 20AT HT model Otomatik örnekleyici ünitesi, DGU-20A5R model gaz arındırma ünitesi, CTO-10ASVP model kolon fırını ünitesi ve LCsolution version 1.25 yazılım programına sahiptir. A, E ve K vitaminleri için floresan dedektörü (Shimadzu RF-20A), D vitamini için UV dedektörü (Shimadzu SPD 20A) kullanılmıştır. Vitamin A (retinol) 2001.13, Vitamin D3 (kolekalsiferol) 2002.05, Vitamin E (alfa tokoferol) 992.03 ve Vitamin K1 (fillokinon) ile Vitamin K2 (menakinon-4) 999.15 numaralı AOAC (2012) metotlarına göre yapılmıştır.

2.6.9. Kolesterol

Tereyağı örneklerinde kolesterol miktarları AOAC (1996) metot no: 994.10 göre Shimadzu (GC-2010 model) gaz kromatografisi cihazı ile yapılmıştır. Cihaz; 60m uzunluk, 0.25mm iç çap ve 0.25 µm film kalınlığına sahip TRB 5 MS model kolona sahiptir. Cihazın analitik şartları; enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 280°C, enjeksiyon modu: split, akış kontrol modu: 180 kPa basınç, split oranı: 50 ve enjeksiyon hacmi 1 µL'dir. Kolesterol tanımlaması ve miktar belirleme işlemi %99.9 saflıkta standard kolesterol ile gerçekleştirilmiştir. Yağlardaki kolesterol içeriği µg g⁻¹ cinsinden ifade edilmiştir.

2.6.10. Yağ asit kompozisyonu

Yağ asitleri analizi için gaz kromatografisi (Shimadzu, model GC-2025) kullanılmıştır. GC kolonu olarak, Restek RT-2560 kapiler kolon (100 m x 0.25 mm iç çap, 0.2 µm film kalınlığı) ve FID (Alev İyonlaştırıcı Dedektör) dedektör kullanılmıştır. Cihazın çalışma parametreleri; enjeksiyon bloğu (SPL): 225°C, split:1/10, akış modu: doğrusal hız, kolon sıcaklık programı: 100 °C-4 dk. Sıcaklık artışı: 3°C dk⁻¹ (240°C-20dk.), dedektör sıcaklığı: 250°C, örnekleme hızı: 40 ms (AOAC, 2000) olarak ayarlanmıştır.

2.6.11. İstatistiksel analizler

SPSS® paket programı (ver.23, IBM, ABD) kullanılarak yürütülen analizlerden elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü varyans (ANOVA) analizi kullanılmış ve istatistiksel olarak önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar, Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Farklıların %5 seviyesinde istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Örneklerin su miktarları, yağ miktarları ve randımanları ile tereyağların istatistiksel değerlendirmeleri *Tablo 1*'de verilmiştir. Sütün su miktarı %83.80 bulunmuş, yayık tereyağının (%12.25) su oranının krema tereyağından (ekşi krema tereyağının: %12.58, tatlı krema tereyağı: %13.08) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Örneklerin su miktarları Türk Gıda Kodeksi (TGK, 2000) yönetmeliğine (en yüksek %16) göre uygun bulunmuştur. Tek yönlü varyans analizine göre kullanılan tereyağların su miktarları arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05). Ergöz (2017), Haddar (2017), Ayar ve ark., (2006), Sagdıç ve ark., (2002) ve Hayaloğlu (1999) tereyağ üzerine yaptıkları çalışmalarında su miktarlarını bu çalışmadan daha yüksek bulurken, Tuğcu (2005)'nin sonuçları daha düşüktür. Altun ve ark., (2011) ile Şenel ve ark., (2010) çalışmaları arasında benzerlik bulunmuştur.

Tablo 1. Örneklerin su miktarları, yağ miktarları ve randımanları
Table 1. Yields, fat and water contents of the samples

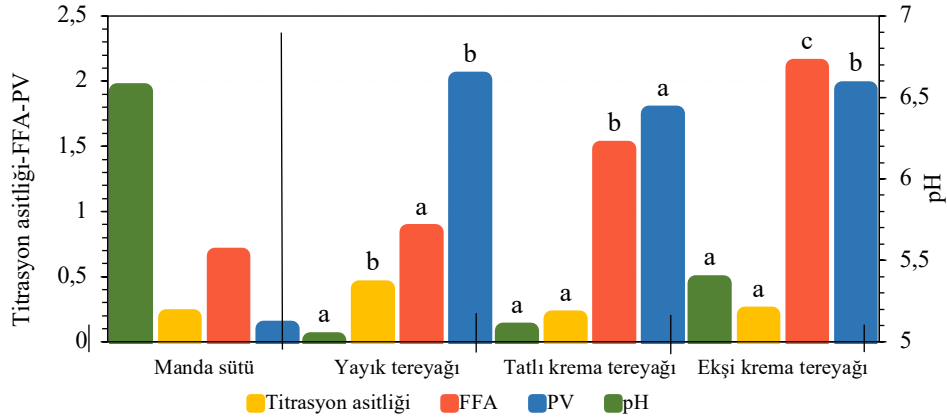
Örnek	Su (%)	Yağ (%)	Randıman
Manda sütü	83.80	7.25	-
Yayık tereyağı	12.25 ^a	83.25 ^{a*}	8.50 ^b
Tatlı krema tereyağı	13.08 ^a	83.50 ^a	8.75 ^b
Ekşi krema tereyağı	12.58 ^a	84.16 ^a	7.00 ^a

*Aynı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05)

Diğer çalışmalardaki bazı örnekler arasında da benzerlik olduğu gözlemlenmiştir (Gün, 2003; Urkun ve Oysun, 1998). Manda sütündeki yağ miktarı %7.25 bulunmuştur. Yayık tereyağının yağ miktarı %83.25, tatlı krema tereyağında %83.50 ve ekşi krema tereyağında %84.16 olduğu belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksine (TSE, 2015) göre tereyağların en az %80 yağ içermesi gerektiği bildirilmiştir. Örnek tereyağların yağ miktarları TGK (2005)'ya göre uygun olduğu bulunmuştur. Yağ miktarları arasındaki fark önemsiz çıkmıştır (p>0.05). Yayık tereyağı (%8.5) randımanı krema tereyağından (%7-7.85) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Manda sütünün yağ oranının yüksek olduğu bilinmektedir, siyah alaca sığırlarının sütleri (Önal ve ark., 2021) ile karşılaştırıldığında yaklaşık iki kat fazla olduğu görülmektedir. Bunlara ek olarak Şahin ve ark., (2014) iki gruba ayırdıkları toplam 149 baş Anadolu mandasının sütlerinin yağ düzeylerini ortalama %5.76 olarak bulmuşlardır. Şenel ve ark., (2010), Şenel (2006) ve Efe (1998) tereyağı üzerine yaptıkları çalışmalarda yağ miktarlarını bu çalışmadan daha yüksek bulurken, Ergöz (2017), Haddar (2017), Tosun (2016), Akgül (2015), Gündoğdu (2012), Fındık (2011), Seçkin ve ark., (2005), Sağdıç ve ark., (2004), Bakırcı ve ark., (2004), Sağdıç ve ark. (2002) ve Aykanat (1995)'in yaptıkları çalışmaların sonuçları ise daha düşüktür. Bu çalışmadaki sonuçların Bilgin (1996)'in yaptığı çalışmayla benzer olduğu tespit edilmiştir. Yayık ve krema tereyağların randımanları arasında fark istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunurken, tatlı ve ekşi krema tereyağı arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur. Şenel (2006)'ın tereyağı üzerine yaptığı çalışmasında randıman oranı; mevcut çalışmadaki yayık tereyağı ve tatlı krema tereyağından düşük bulunurken, ekşi krema tereyağından yüksek bulunmuştur. Şekil 1'de süt ve tereyağların pH, titrasyon asitliği, serbest yağ asitliği ve peroksit değerleri ile istatistiksel değerlendirmeler verilmiştir. Sütün pH değeri 6.54 olarak bulunurken yayık tereyağı pH değerinin (5.01) krema tereyağlarından (5.07-5.36) daha düşük olduğu görülmüştür. Tereyağların pH değerleri arasında fark istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır (p>0.05). Kahyaoğlu (2014), Gündoğdu (2012), Koyuncu (2010) ve Ayar ve ark., (2006) tereyağ üzerine yaptıkları çalışmalarda pH değerlerini bu çalışmadan daha yüksek bulurken, Akgül (2015), Şenel ve ark., (2011), Sağdıç ve ark., (2004) ve Sağdıç ve ark., (2002)'nin sonuçları ise daha düşüktür. Bu çalışmadaki sonuçların Şimsek (2011) ve Atamer ve ark., (2005)'in yaptıkları çalışmalarla benzer olduğu tespit edilmiştir.

Sütün titrasyon asitliği %0.19, tereyağlarda ise %0.18-0.41 aralığında olduğu belirlenmiştir. Tatlı ve ekşi krema tereyağları arasında fark bulunmazken yayık tereyağının titrasyon asitliği yüksek bulunmuştur (p<0.05). Ergöz (2017), Haddar (2017), Koyuncu (2010), Şengül ve ark., (1998) tereyağlar üzerine yaptıkları çalışmada titrasyon asitliklerini daha yüksek bulurken, Gündoğdu (2012), Şimsek (2011), Gürsel ve ark., (2006) ve Bakırcı ve ark., (2004)'nin sonuçları daha düşüktür. Çalışmadaki sonuçların Kahyaoğlu (2014), Sağdıç ve ark. (2004), Sağdıç ve ark., (2002) ve Hayaloğlu (1999)'nun yaptıkları çalışmalardaki titrasyon asitlikleriyle benzer olduğu tespit edilmiştir. Sütün peroksit sayısı (0.10 meq O₂ kg⁻¹) düşük bulunmuştur. Yayık tereyağı peroksit değeri (2.1 meq O₂ kg⁻¹) krema tereyağlarından (1.75-1.94 meq O₂ kg⁻¹) daha yüksek bulunmuştur. Yayık tereyağı ve ekşi krema tereyağı ile tatlı krema tereyağı arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Tosun (2016), Ayar ve ark., (2006) ve Hayaloğlu (1999)'nun tereyağı üzerine yaptıkları çalışmalardaki peroksit sayıları bu çalışmadan daha yüksek iken, Haddar (2017), Gündoğdu (2012) ve Atamer ve ark., (2005)'nin sonuçları ise daha düşüktür. Fındık (2011), Şenel ve ark., (2011), Koyuncu (2010), Akarca (2010), Gürsel ve ark., (2006), Kaya (2000) ve Şengül ve ark., (1998)'nin yaptıkları çalışmalardaki peroksit sayılarıyla da benzerlik göstermiştir. Sütün serbest yağ asitliği 0.66 mg KOH g⁻¹ yağ, tereyağlarda 0.84- 2.11 mg KOH g⁻¹ yağ arasındadır. Üç tereyağın serbest yağ asitlikleri arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Uruk (2011), Ayar ve ark., (2006), Bakırcı ve ark., (2004), Atamer ve ark., (2004) ve Hayaloğlu (1999) tereyağı üzerine yaptıkları çalışmalardaki asit sayılarını mevcut çalışmadan daha yüksek bulurken, Şimsek (2011), Öztekin-Öztürk (2010), Sağdıç ve ark., (2004) ve Sağdıç ve ark., (2002)'nin sonuçları ise daha düşüktür. Ergöz (2017), Kahyaoğlu (2014),

Gündoğdu (2012), Şenel (2006), Grsel ve ark., (2006) ve Atamer ve ark., (2005)'nin yaptıkları çalışmalardaki asit sayıları ile da benzer olduğu belirlenmiştir.

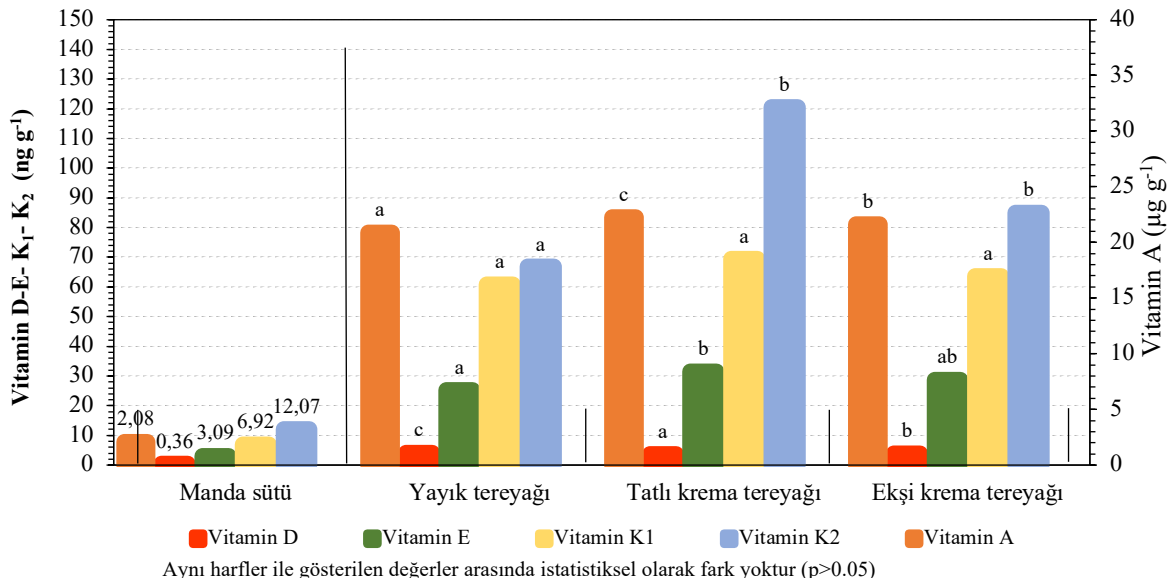


Aynı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$)

Figure 1. Ph, titratable acid, free fatty acid (FFA) and peroxide (PV) values of the samples

Şekil 1. Örneklerin pH, titrasyon asitliği, serbest yağ asitliği (FFA) ve peroksit (PV) değerleri

Süt, yayık tereyağı tatlı krema tereyağı ve ekşi krema tereyağının vitamin içerikleri ile yağlar arasındaki istatistiksel değerlendirmeler Şekil 2'de verilmiştir. Yağların Vitamin A içerikleri birbirinden farklılık göstermiştir, en yüksek Vitamin A içeriği tatlı krema tereyağında tespit edilmiştir ($p<0.05$). Urkun (1997), tereyağı üzerine yaptđı çalışmadaki A vitamini miktarları bu çalışmadan daha yüksek bulurken, Kahyaoğlu (2014), Mallia ve ark. (2008b), Hulshof ve ark. (2006), Fatouh ve ark., (2005) ve Hewavitharana ve ark., (1996)'nin sonuçları ise daha düşüktür.



Aynı harfler ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0.05$)

Figure 2. Vitamin contents of the samples

Şekil 2. Örneklerin vitamin içerikleri

Tereyağ örneklerinin D vitamini içerikleri $3.58-4.175 \text{ ng g}^{-1}$ arasında değiştiği ve istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Fatouh (2005)'un Tereyağ zerine yaptđı çalışmadaki D vitamini miktarı bu çalışmadan daha yüksektir. Ekşi krema tereyağı örneğinin Vitamin E içeriği diğer örneklere yakın bulunmuştur, fakat yayık ve tatlı krema tereyağı örnekleri arasında önemli fark belirlenmiştir ($p<0.05$). Önceki iki çalışmadaki E vitamini miktarları bu çalışmadan daha düşüktür (Fatouh, 2005, Hewavitharana ve ark., 1996). Sütün K₁ ve K₂ vitamin içerikleri sırasıyla 6.92 ve 12.07 ng g^{-1} olarak bulunmuştur. Tereyağlarında bu değerler K₁ için $60.8-69.4 \text{ ng g}^{-1}$, K₂ için $66.8-120.6 \text{ ng g}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Yağ örneklerinin K₁ içerikleri arasında fark bulunmazken ($p>0.05$), K₂ içeriklerinin birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Süt ve yağ örneklerinin kolesterol seviyeleri Şekil 3’de yağlar arasındaki istatistiksel değerlendirme ile birlikte verilmiştir. Kolesterol içerikleri sütte $69 \mu\text{g g}^{-1}$, yayık tereyağında $2854 \mu\text{g g}^{-1}$, tatlı krema tereyağında $2256 \mu\text{g g}^{-1}$ ve ekşi krema tereyağında $1554 \mu\text{g g}^{-1}$ bulunmuş, yağ örnekleri arasında önemli farklar olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Fatouh (2005), Seçkin ve ark., (2005), Urkun (1997), ve Şenel (1991)’in sonuçları bu çalışmadan daha yüksek iken, Fındık (2011) ve Al-Khalifa ve Al-Kahtani (1993)’in sonuçlarının ise benzer olduğu görülmüştür.

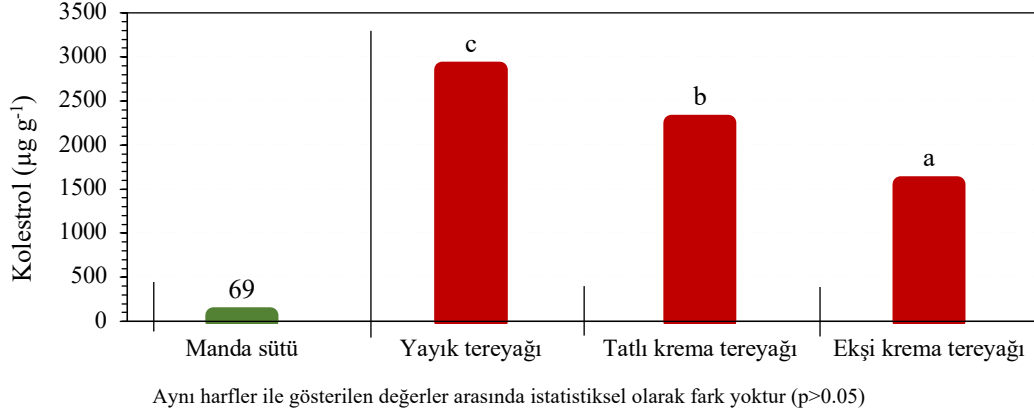


Figure 3. Cholesterol amounts of the samples
Şekil 3. Örneklerin kolesterol miktarları

Süt ve tereyağı örneklerinin yağ asit kompozisyonları analizinde 24 tane aynı yağ asidi tespit edilmiştir. Örneklerdeki yağ asitleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde aralarında fark olmadığı belirlenmiştir ($p < 0.05$). Bu yüzden Tablo 2’de her bir yağ asidinin ortalama değerleri gösterilmiştir.

Tablo 2. Manda sütünün ve tereyağlarının ortalama yağ asit kompozisyonu (%)
Table 2. Mean fatty acid composition of buffalo milk and the butters (%)

Yağ asiti	Ortalama değer (%)
Bütirik Asit (C _{4:0})	3.80
Kaproik Asit (C _{6:0})	1.25
Kaprilik Asit (C _{8:0})	0.73
Kaprik Asit (C _{10:0})	1.36
Laurik Asit (C _{12:0})	1.75
Miristik Asit (C _{14:0})	8.98
Miristoleik Asit (C _{14:1})	1.87
Pentadekanoik Asit (C _{15:0})	1.97
Cis-10-pentadecanoik Asit (C _{15:1})	0.86
Palmitik Asit (C _{16:0})	36.07
Palmiteloik Asit (C _{16:1})	3.26
Heptadekanoik Asit (C _{17:0})	1.18
Cis-10-Heptadekanoik Asit (C _{17:1})	0.47
Stearik Asit (C _{18:0})	9.30
Oleik Asit (C _{18:1})	24.19
Linoleik Asit (C _{18:2})	1.06
Alfa-Linolenik Asit (C _{18:3})	0.34
Arasidik Asit (C _{18:0})	0.18
Cis-11-Eicosenoik Asit (C _{20:4})	0.60
Heneicosanic Asit (C _{21:0})	0.13
Behenic Asit (C _{22:0})	0.25
Erucic Asit (C _{22:1})	0.16
Tricosenoik Asit (C _{23:1})	0.18
Lignoceric Asit (C _{24:0})	0.15

Örneklerde % olarak en yüksek serbest yağ asidi palmitik asit iken, en düşük ise heneicosanic asit olarak belirlenmiştir. Atasoy ve Türkoğlu (2010), Atamer ve ark. (2005), Seçkin ve ark., (2005), Şengül ve ark., (2003)

ve Egan (1981)'nin tereyağı üzerine yaptıkları çalışmalardaki bütirik asit miktarları bu çalışmadan daha düşük bulunmuştur. Şengül ve ark. (2003) kaproik asit miktarını bu çalışmadan daha yüksek bulurken, Atamer ve ark. (2005)'nin sonuçları ise daha düşüktür. Şengül ve ark., (2003) kaprilik asit miktarını bu çalışmadan daha yüksek bulurken, Atamer ve ark. (2005)'nin çalışmalarındaki kaprilik asit miktarları ise daha düşüktür. Şengül ve ark., (2003) kaprik asit miktarını bu çalışmadan daha yüksek, Atamer ve ark. (2005) ise daha düşük bulmuşlardır. Laurik asit ve miristik asit miktarlarında da bu araştırmacılarla benzer durum gözlemlenmiştir. Palmitik asit ve stearik asit miktarlarında Atasoy ve Türkoğlu (2010) ile benzerlik olduğu tespit edilmiştir. Fakat Atasoy ve Türkoğlu (2010), Seçkin ve ark., (2005) ve Egan (1981) buldukları oleik asit değerleri daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuç

Yoğurt, tatlı krema ve ekşi kremalardan üretilen manda tereyağların bazı kalite parametreleri incelenmiştir. Üretim tekniklerinin tereyağların su ve yağ içerikleri üzerinde etkisi gözlenmezken randıman üzerinde etkisi olduğu belirlenmiştir. Ekşi kremanın randımanı diğer örneklere göre daha düşük çıkmıştır. Tereyağların pH değerleri arasında fark bulunmazken, titrasyon asitliği, serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerinde farklılıklar belirlenmiştir. Yayıt tereyağın titrasyon asitliği ile peroksit değerinin yüksek olmasına karşın serbest yağ asitliği değerinin önemli derecede düşük olduğu görülmüştür. K₁ vitamini hariç diğer vitamin değerleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Yağ asiti kompozisyonlarına bakıldığında süt dahil örnekler arasında önemli değişiklik bulunmamıştır. Üç yöntemle üretilen tereyağların bazı parametrelerinde benzerlik bazı parametrelerde ise farklılık tespit edilmesine karşın ekşi kremadan yapılan tereyağının kolesterol içeriğinin diğer yöntemlerle üretilen tereyağlara kıyasla düşük bulunması bu üretim tekniğini öne çıkarmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2015/1-18YLS proje numarası ile desteklenmiştir.

Kaynakça

- Akarca, G. (2010). *Afyonkarahisar İlinde Tüketime Sunulan Karınyaglarının (Tereyağı) Gıda Güvenliği Açısından İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Afyonkarahisar.
- Akgül, H.İ. (2015). *Trabzon Tereyağlarının Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Erzurum.
- Al-Khalifa, A., Al-Kahtani H. (1993). Composition of ghee (Samn Barri's) from cow's and sheep's milk. *Food Chemistry*, 46: 373-375.
- Altun, İ., Andıç, S., Tunçtürk, Y., Çeçen, A., Fındık, O. (2011). Van piyasasından temin edilen tereyağlarının bazı kimyasal özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(4): 645-648.
- AOAC. (1996). Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th edn., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- AOAC. (2000). Fatty acids in oils and fats-Official Method 969.33 17th ed., AOAC International Arlington-Virginia USA.
- AOAC. (2012). The Official Methods of Analysis of AOAC International (American Official Analytical Chemists), 19th Edition by Jr. Dr. George Latimer, Gaithersburg, Maryland.
- AOCS. (2000b). Fat content of raw and pasteurized whole milk. Gerber method by weight, Official Method 2000.18, Gaithersburg, MD, USA.
- AOCS. (2006). Official methods of analysis Lipids, Fats and Oils Analysis Peroxide Value Fats and Oils -Method 965.33; Urbana, USA.
- AOCS. (2009). Official methods of analysis Lipids, Fats and Oils Analysis Free Fatty Acids-Method Ca 5a-40; Urbana, USA
- Atamer, M., Şenel, E. and Öztekin, Ş. (2004). A Traditional Product: Yayık Tereyağ Conventional Way of Manufacturing and Its Some Properties. International Dairy Symposium. Recent Developments in Dairy Science and Technology, 149-152, Isparta.
- Atamer, M., Şenel, E. ve Öztekin, Ş. (2005). Yoğurttan Üretilen Tereyağlarının (Yayık Tereyağı) Bazı Niteliklerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK, TOGTAG-3035 No'lu proje, 37, Ankara
- Atasoy, F., Türkoğlu, H. (2010). Şanlıurfa'da üretilen ve satışa sunulan sadeyağların (Urfa yağı) serbest yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 9-12.
- Ayar, A., Özcan, M., Sert, D., Arslan, D. (2006). Yayık tereyağının raf ömrünün uzatılmasına bazı baharat, uçucu yağ ve ekstraktlarının katkısı. TÜBİTAK, TOVAG-105 O 046 No'lu proje, Konya
- Aykanat, Z. (1995). *Adana ilinde Tüketime Sunulan Bazı Süt Ürünlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Açısından Standartlara Uygunluğunun Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi) Adana
- Bakırcı, I., Çelik S, Coskun H. (2004). Mezofilik liyofilize starter kültür kullanarak üretilen tereyağının bazı özellikleri. *Gıda*, 29(1): 57-62.
- Bilgin, B. (1996). *Tatlı ve dört farklı kültür kombinasyonu ile ekşitilen kremalardan elde edilen tereyağlarının depolama süresince, bazı duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma*. (Doktora tezi) Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ.
- Demiryürek, K. (2004). Dünya ve Türkiye'de organik tarım. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(3-4): 63-71.
- Efe, M. (1998). *Ankara Piyasasında Tüketime Sunulan Vakum Paketli Kahvaltılık Tereyağların Gıda Maddeleri Tüzüğü, T.S.E ve MSB Kahvaltılık Tereyağı Şartnamesine Uygunluğunun Saptanması*. (Yüksek Lisans Tezi) Ankara Üniversitesi.
- Egan, H., Kirk, R.S., Sawyer, R. (1981). Oils and Fats, Chapter. 17. Pearson's Chemical Analysis of Foods (Editor: H. Egan). Churchill Livingstone: Edinburg. p. 534-539.
- Ergöz, E. (2017). *Manda Sütünden Üretilen Yayık ve Krema Tereyağlarının Nitelikleri*. (Yüksek Lisans Tezi) Ankara.
- FAO. (2021a). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>, (Erişim tarihi 14.08.2021)
- FAO. (2021b). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>, (Erişim tarihi 18.08.2021)
- Fatouh, A.E, Singh, R.K, Koehler, P.E., Mahran, G.A., Metwally, A.E. (2005). Physical, chemical and stability properties of buffalo butter oil fractions obtained by multi-step dry fractionation. *Food Chemistry*, 89: 243-252.
- Fındık, O. (2011). *Van'da Piyasaya Sunulan Bazı Tereyağları ile Bu Tereyağlardan Elde Edilen Sadeyağların Bazı Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi) Van.
- Gün, İ. (2003). Burdur'da Üretilen Karınyaglarının Bazı Kalite Özellikleri ve Üretim Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(3): 55-59.
- Gündoğdu, E. (2012). *Yoğurt ve Kremadan Üretilen Tereyağlarının Aroma Profili ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Kültür Kullanımının ve Muhafaza Süresinin Etkileri*. (Doktora Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzurum
- Gürsel, A., Pamuk, Ü., Şenel, E., Şanlı, E. (2006). Kremanın dondurularak muhafazası üzerine bir araştırma. *Gıda*, 31: 151-157

- Haddar, M. (2017). *Yayık Tereyağı Üretiminde Farklı Kültür Kullanım Olanaklarının Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi) Ankara
- Hayaloğlu, A. (1999). *Malatya Yöresinde Kremadan ve Yoğuttan Elde Edilen Çeşitli Tereyağlarının fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Nitelikleri Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Hewavitharana, A.K., Van Brakel, A.S., Harnett, M. (1996). Simultaneous liquid chromatographic determination of vitamins A, E and β -carotene in common dairy foods. *International Dairy Journal*, 6: 613-624.
- Hulshof, P.J.M., Roekel-Jansen T., Bovenkampy P., Westz C. (2006). Variation in retinol and carotenoid content of milk and milk products in The Netherlands. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 67-75.
- Kahyaoğlu, D.T. (2014). *İnek, Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen Tereyağlarında Depolama Süresince Uçucu Bileşikler, Oksidasyon Stabilitesi ve Diğer Bazı Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi*. (Doktora Tezi) Erzurum.
- Kaya, A. (2000). Properties and stability of butter oil obtained from milk and yoghurt. *Nahrung*, 44: 126-129.
- Koyuncu, M. (2010). *Farklı Muhafaza Şartlarında Tereyağının Bazı Niteliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler*. (Yüksek Lisans Tezi) Van.
- Mallia, S., Escher, F., Schlichtherle-Cerny, H. (2008a). Aroma-active compounds of butter: A Review. *European Food Research and Technology*, 226: 315-325.
- Mallia, S., Piccinali, P., Rehberger, B., Badertscher, R., Escher, F. and Schlichtherle-Cerny, H. (2008b). Determination of storage stability of butter enriched with unsaturated fatty acids/conjugated linoleic acids (UFA/CLA) using instrumental and sensory methods, *International Dairy Journal*, 18(10-11): 983-993.
- Metin, M. (2008). *Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi (Yedinci Baskı)*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayın No: 33, 802 s. Bornova, İzmir.
- Önal, A.R., Özkan, M., Tuna Y.T., (2021). Siyah Alaca Süt Sığırlarında Mevsim ve Laktasyon Sırasının Sütün Bileşimi ve Kalitesine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 368-374.
- Öztekin Öztürk, F.Ş. (2010). *Yoğurdun Sulandırma Oranı ve Granüllerin Yıkama Sayısının Yayık Tereyağının Nitelikleri Üzerine Etkisi*. (Doktora tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Sağdic, O., Arici, M., Simsek, O. (2002). Selection of starters for a traditional Turkish Yayık butter made from yoghurt. *Food Microbiology*, 19: 303-312.
- Sağdic, O., Donmez, M., Demirci, M. (2004). Comparison of characteristic and fatty acid profiles of Traditional Turkish Yayık butters produced from goats', ewes' or cows' milk. *Food Control*, 15: 485-490.
- Seçkin, A.K., Gürsoy, O., Kınık, Ö., Akbulut, N. (2005). Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. *LWT-Food Science and Technology*, 38: 909-915.
- Şahin, A. Yıldırım A, Ulutaş, Z., (2014). Anadolu Mandalarında Bazı Çiğ Süt Parametreleri ile Somatik Hücre Sayısı Arasındaki İlişkiler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 114-121.
- Şenel, E. (2006). *Bazı Üretim Parametrelerinin Yoğurttan Üretilen Yayık Tereyağının Nitelikleri Üzerine Etkisi*. (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı. Ankara.
- Şenel, E., Atamer, M., Öztekin, F. Ş. (2011). The oxidative and lipolytic stability of yayık butter produced from different species of mammals milk (cow, sheep, goat) yoghurt. *Food Chemistry*, 127: 333-339.
- Şenel, E., Atamer, M., Öztekin, Ş. (2010). Yayıklama parametrelerinin yayık ayranı ve yayık tereyağının bazı nitelikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 35: 267-274.
- Şenel, S. (1991). *Tereyağlarında kolesterol miktarlarının ve margarin varlığının yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile saptanması* (Doktora Tezi, basılmamış) Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara
- Şengül, M., Çakmakçı, S., Ünsal, M. (1998). Trabzon tereyağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespiti. V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Geleneksel Süt Ürünleri (21-22 Mayıs 1998, Tekirdağ). Milli Produktivite Merkezi Yayınları No: 621, sayfa: 230-243, Tekirdağ
- Şengül, M., Ünsal, M., Çakmakçı, S. (2003). Trabzon tereyağlarının yağ asidi kompozisyonunun tespiti. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu. 22-23 Mayıs, 2003, Bornova, İzmir. 363-365 s.
- Şimsek, B. (2011). Studies on the storage stability of yayık butter. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6: 175-181.
- TGK. (2000). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği Resmi Gazete: 14.02.2000-23964.
- TGK. (2005). Türk Gıda Kodeksi, Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği (Tebliğ No: 2005/19). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.

-
- Tosun, F. (2016). *Ekzopolisakkarit Üreten Laktik Kültürlerin Tereyağı, Yayık Tereyağı ve Kaymağın Kalite Özelliklerine Etkisi*. (Doktora Tezi) Kayseri.
- TSE (1995). TS 1331 Tereyağı Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE. (2015). Tereyağı TS 1331/T1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Tuğcu, M. (2005). Tereyağı Kalitesi Üzerine Farklı Kültür Kullanımının Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi) Ege Üniversitesi. İzmir.
- TÜİK. (2021a). <http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do>, (Erişim tarihi: 14.08.2021)
- TÜİK. (2021b). <http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do>, (Erişim tarihi: 18.08.2021)
- Urkun, T. (1997). *Kolesterolü azaltılmış tereyağı üretimi ve bazı özelliklerinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi) Ege Üniversitesi. İzmir
- Urkun, T., Oysun, G. (1998). Kolesterolü azaltılmış tereyağı ve bazı parametrelerinin belirlenmesi, Gıda Mühendisliği Kongre ve Sergisi, 16-18 Eylül, Gaziantep.
- Uruk, H.A. (2011). *Farklı Hayvan Sütlerinden Üretilen Tereyağlarının Lipit Kısmında Bazı Bileşen Farklılıklarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Malatya
- Üçüncü, M. (2005). Süt ve Mamülleri Teknolojisi. SİDAS, İzmir.
- Zicarelli, L. (2004). Buffalo milk: its properties, dairy yield and Mozzarella production. *Veterinary Research Communications*, 28: 127-135.