



Önceki Adı / Formerly
Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
Journal of the Faculty of Agriculture



Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Harran Journal of Agricultural and Food Science

Yayınlayan

(Publisher)

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Sahibi

(Owner)

Prof. Dr. Cengiz KAYA

Dekan (Dean)

Baş Editör

(Editor in Chief)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Yayın Sekreteri

(Publication Secretary)

Doç. Dr. Mehmet MAMAY

Editörler Kurulu

(Editorial Board)

Prof. Dr. Levent SON

Mersin Üniversitesi, İşletme Bilgi Yönetimi Bölümü, Mersin

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya

Prof. Dr. Mustafa BAYRAM

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

Prof. Dr. Saliha KIRICI

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana

Doç. Dr. Abdulhabip ÖZEL

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Ali İKİNCİ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Ali YILDIRIM

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Erdal SAKİN

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Mehmet MAMAY
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Önder KAMILOĞLU
Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay

Dr. Öğr. Üyesi Ferhat KÜP
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü, Şanlıurfa

Dr. Öğr. Üyesi Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Şanlıurfa

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan İsmail TUYLU
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa

Dr. Öğr. Üyesi Remziye ÖZEL
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Şanlıurfa

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

**Yabancı Dil Editörleri
(Foreign Language Editors)**

Doç. Dr. Tamer IŞGIN
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Şanlıurfa

**Mizanpaj Editörü
(Typesetting Editor)**

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ

Cilt (Volume): 24
Sayı (Issue): 1
Yıl (Year): 2020

Danışma Kurulu
(Advisory Board)

Prof. Dr. Hsin CHI

National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China

Assoc. Prof. Dr. Oleksiy Derkach

Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic Univ., Faculty of Engineering and Tech., Ukraine

Assoc. Prof. Dr. Roman Rolbiecki

University of Tech. and Life Sciences in Bydgoszcz, Faculty of Agriculture and Biotech., Poland

Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof. Dr. Ayten NAMLI

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Prof. Dr. Geza HRAZDINA

Cornell Univ., Collage of Agriculture and Life Sciences, Department of Food Science, USA

Prof. Dr. Ladine BAYKAL ÇELİK

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Dr. Jens D. BERGER

The University of Western Australia, Ecophysiological, Australia

Dr. Muhammed Nasir ROFIQ

Agency for The Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta, Indonesia

Mizanpaj Editörü: Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ

Yazışma Adresi

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 63040 Şanlıurfa

Tel: +90 (414) 318 3474 **Fax:** +90 (414) 318 3682

e-posta: ziraatdergi@harran.edu.tr

Basım Tarihi: 20.03.2020

Baskı: Özkutlu Ofset ve Matbaacılık, Şanlıurfa

Yılda dört kez yayınlanır

Yayınlara erişim adresi: <http://dergipark.gov.tr/harranziraat>

Yıl/year: 2020

Cilt/volume: 24

Sayı/number: 1

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,

Prof. Dr. Ahmet ASAN

Trakya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Prof. Dr. Atilla DURSUN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Harun BAYTEKİN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Hasan VARDİN

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Hüseyin BOZKURT

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Hüseyin EKİNCİ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,

Prof. Dr. İmamverdi EKBERLİ

19 Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof. Dr. İsmail GÜVENÇ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Mustafa ARDIÇ

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Nedim DOĞAN

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Nuh BOYRAZ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Sedat SAYAR

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Şaban KORDALI

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Veyis TANSI

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. A. Konuralp ELİÇİN

Dicle Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Cevdet SAĞLAM

Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Meryem KUZUCU

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Seda ERSUS BİLEK

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sabri ÜNSAL

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Cemhan DOĞAN

Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan MYO, Gıda İşleme Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Eyyüp KARAOĞUL

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Fatih BALCI

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Tamer ÜSTÜNER

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Yasin YAKAR

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep TACER-CABA

Bahçeşehir Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler MYO, Gastronomi Bölümü

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

Possibility of using 'chickpea aquafaba' as egg replacer in traditional cake formulation Geleneksel kek formülasyonunda yumurta yerine nohut suyu kullanımı Mine ASLAN, Nilgün ERTAŞ	1-8
The effect of turmeric on microbial quality in meatball Köftelerde zerdeçalın mikrobiyal kalite üzerine etkisi Burak DEMİRHAN	9-16
Nane (<i>Mentha piperita</i> L.) distilasyonundan arta kalan hidrosolün kek üretiminde değerlendirilmesi Evaluation of hydrosol remaining from peppermint (<i>Mentha piperita</i> L.) distillation in cake production Serap BERKTAŞ, Mustafa ÇAM	17-25
Determination of antioxidant migration levels from polyethylene films into legumes Polietilen filmlerden baklagillere geçen antioksidanların saptanması Şana SUNGUR, Çetin TUNUR	26-32
Şanlıurfa ili buğday ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi Determination of weed species and their frequency and density in wheat cultivation areas of Şanlıurfa province, Turkey Erdal ATEŞ, İlhan Üremiş	33-43
Tunceli dağ sarımsağı (<i>Allium tuncelianum</i>) farklı ekstraksiyonlarında LC-MS/MS ile fenolik bileşik miktarlarının karşılaştırılması Comparison of amount of phenolic compounds by using LC-MS / MS in Tunceli mountain garlic (<i>Allium tuncelianum</i>) different extracts Kasım TAKIM	44-52
Tarla Küsküt'ünün (<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.) Dila biberi (<i>Capsicum annum</i> L.)'nin fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi The effect of field dodder (<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.) on the phenological and pomological characteristics of Dila pepper (<i>Capsicum annum</i> L.) Tamer ÜSTÜNER	53-63

Elmada mavi küfe neden olan <i>Penicillium expansum</i>'a karşı borik asitin antifungal etkisi Antifungal effect of boric acid against <i>Penicillium expansum</i> , the casual agent of blue mold of apple Elif YILDIRIM, Kübra KARATOPRAK, İsmail ERPER, Muharrem TÜRKKAN	64-72
Sivas bölgesinde buğday üretiminde yakıt enerji verimliliğine etki eden faktörlerin araştırılması Investigation of factors affecting the fuel energy productivity in wheat production of Sivas region Ferhat KÜP, Abdullah TURGUD	73-84
Oltu Anzav Bağları Havzasında arazi kullanımı ve bazı fizyografik karakteristikler ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması Investigation of the relationships between land use and some physiological characteristics and soil properties in Oltu Anzav Vineyards Basin Adnan BİLGİLİ, Turgay DİNDAROĞLU, Metin DEMİR, Mehmet ÖNAL	85-95
Zamansal ve mekansal değişimlerin eski göl tabanlarındaki toprak oluşumu, gelişimi ve morfolojisi üzerine etkisi Temporal and Spatial Changes in Old Lake Bottom Effect on Soil Formation, Development and Morphology Gafur GÖZÜKARA, Sevda ALTUNBAŞ, Mustafa SARI	96-110
Mısır fasulye karışık ekim sistemlerinde farklı ekim şekillerinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi The effects of different sowing patterns and of corn-beans intercropping systems on yield and yield components Engin TAKIL, Nihal KAYAN, Yasin ALTAY	111-125

Possibility of using 'chickpea aquafaba' as egg replacer in traditional cake formulation

Geleneksel kek formülasyonunda yumurta yerine nohut suyu kullanımı

Mine ASLAN¹ , Nilgün ERTAŞ^{1*} 

¹Necmettin Erbakan University, Engineering and Architecture Faculty, Food Engineering, Köyceğiz Campus, Konya, 42050, Turkey

To cite this article:

Aslan, M. & Ertaş, N. (2020). Possibility of using 'chickpea aquafaba' as egg replacer in traditional cake formulation. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 1-8.
DOI: 10.29050/harranziraat.569397

Address for Correspondence:
Nilgün ERTAŞ
e-mail:
dr.nilgunertas@gmail.com

Received Date:
23.05.2019
Accepted Date:
20.01.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ABSTRACT

The objective of this study was to determinate the possibility of substituting egg with chickpea aquafaba at different levels (0-25-50-75-100%) in cake formulation and the quality characteristics of cake made with aquafaba. Physical (color analysis, volume index, symmetry index, and uniformity index), chemical (moisture, pH ash, protein) and sensorial properties of the cake samples were evaluated. 25% aquafaba-75% whole egg and 50% aquafaba-50% whole egg mixtures resulted in higher foaming capacity values than whole egg and the other replacement levels of aquafaba. Whole egg and aquafaba gave similar foaming stability values. While the use of up to 25 % aquafaba gave similar volume index values with control cake sample. Using more than 50% aquafaba in cake formulation concluded with an increase in firmness values. 50% aquafaba added cake sample showed desired uniformity index values close to 0.00 mm. Results showed that increasing the aquafaba in the cake samples from 0 to 100% decreased crumb redness. The results of sensory evaluation indicated that samples containing 25% aquafaba were more preferred by panelists.

Key Words: Aquafaba, Cake, Chickpea water, Egg, Egg replacer

ÖZ

Bu çalışmada, kek formülasyonunda yumurta yerine %0-25-50-75-100 oranlarında nohut suyu ikame edilebilme potansiyeli araştırılmış ve nohut suyu ile üretilen kek örneklerinin kalite karakteristikleri belirlenmiştir. Kek örneklerinin fiziksel (renk analizi, hacim indeksi, simetri indeksi, tek düzelik), kimyasal (rutubet, pH, kül, protein) ve duyu özellikleri incelenmiştir. %25 nohut suyu-%75 tüm yumurta ve %50 nohut suyu -%50 tüm yumurta karışımları, yumurta ve nohut suyunun diğer ikame oranlarına göre daha çok köpük kapasitesi değeri göstermiştir. %25 nohut suyu kullanımı ile kontrol örneğe benzer hacim indeksi değeri elde edilirken %50 den fazla nohut suyu kullanım oranı hacim indeksinde düşmeye ve kek sıklığında bir artışa sebep olmuştur. %50 nohut suyu kullanılan kek örneğinde 0.00 mm değerine yakın istenen tek düzelik indeks değeri elde edilmiştir. Kek içi kırmızılık değerinin %0 dan %100 e nohut suyu kullanımı ile azaldığı belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre panelistler tarafından %25 nohut suyu içeren kek örneği daha çok tercih edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aquafaba, Kek, Nohut suyu, Yumurta, Yumurta ikamesi

Introduction

Cake is a ready-to-use food product produced by using 8-9% protein wheat flour, sugar, fat, eggs, milk and some additives (Noğay, 2014; Köklü and Özer, 2008). Eggs are the most

important component in cake formulation in terms of both cake texture and nutrition. Egg white proteins are responsible for foam formation, emulsification, stabilization, elasticity while egg yolk used as binding, coloring, flavoring and emulsification agents (Lin et al. 2017a;

Kiosseoglou et al., 2014). Despite these positive effects, the consumption of eggs is limited for some individuals because of personal dietary preferences such as vegan-vegetarian, egg allergy, religious beliefs and health problems such as health diseases (Arozarena et al., 2001).

Aquafaba is the perfect solution for these diseases. Various studies have been carried out to develop alternative egg substitutes which can be used partially or completely instead of eggs in cake formulations as lentil protein (Jarpa-Parra et al., 2017), pea proteins (Lin et al., 2017b), soybean protein isolates (Lin et al., 2017a), soy milk (Rahmati and Tehrani, 2014a; Hedayati and Tehrani, 2018), whey proteins (Paraskevopoulou et al., 2015), hydrocolloids and emulsifiers (Shao et al., 2015; Rahmati and Tehrani, 2014b). Aquafaba is also known as 'sticky liquid da among the people. The reason for this is that when the legumes are cooked, the starch inside them is absorbed by water and eventually breaks down into amylose and amylopectin and also protein and sugar are absorbed by cooking water together. Moreover, recently, the viscous liquid 'aquafaba' produced from cooked legumes is considered an egg substitution in many foods due to nutritional and functional properties such as foaming, emulsifying, binding and thickening (Mustafa et al., 2018).

The objective of the present study was to determine physical, chemical and sensorial quality properties of cake produced using different levels of 'chickpea aquafaba' instead of eggs.

Materials and Methods

Materials

Chickpea seeds, wheat flour, sugar, shortening, whole egg, salt, baking powder, vanillin purchased from a local market in Konya, Turkey. The other ingredients used in the cake were xanthan gum (Vatan Gıda, Istanbul, Turkey) and diacetyl tartaric acid esters of monoglycerides and diglycerides (DATEM; Rikevita Sdn Bhd, Johor, Malaysia).

Aquafaba Production

Aquafaba was obtained by cooking chickpea with water (1:5 chickpea/water ratio) for 30 min in boiling water at 98 °C then waited for 12 hr and drained with modifying the procedure of Baik and Han (2012).

Methods

Control cake recipe from Rahmati and Tehrani (2014b) was used, with slight modifications. Cake prepared with wheat flour (100 g), shortening (50 g), sugar (75 g), egg (60 g), milk powder (8 g), salt (0.2 g), baking powder (3 g), vanillin (1 g), DATEM (0.5 g) and xanthan gum (0.5 g). Other cake samples were produced using 25-50-75-100 % ratio aquafaba instead of eggs. Control cake sample was prepared using 60 g egg without incorporation of aquafaba. The water amount in the recipe determined between 35 and 45 ml based on pre-trials. To obtain the cakes, sugar and egg were blended to a cream in a Hobart mixer (Hobart N50, Canada Inc., North York, Ontario, Canada) at a high speed for 5 min firstly. Later, other ingredients were added into the mixer and mixed for 1 min. For each cake, 130 g of cake batter was poured into a cake pan (7.5×6.6×12 cm) and baked at 160 °C for 50 min in a preheated oven (Bosch HBT 112, Athens, Greece). The cake samples were kept at room temperature to cool for 60 min before analyses.

Foaming capacity and foam stability of whole egg, aquafaba and mixtures thereof in different proportions were determined according to modification of Liu et al., 2010 and Martinez et al., 2016. 15 ml egg replacer in a 50 ml graduated cylinder were foamed using an digital ultra-turrax at 10000 rpm for 2 min, and then were measured foam volume at 0 min (V_{F0}) and after 30 min (V_{F30}). Foaming capacity and foam stability were calculated using Eqs.1 and 2, respectively,

$$\% \text{ Foaming Capacity} = \frac{VF_0}{V_{\text{samples}}} \times 100 \quad (1)$$

$$\% \text{ Foam Stability} = \frac{VF_{30}}{VF_0} \times 100 \quad (2)$$

The raw materials and the cake samples were analyzed for their moisture (AACC 44-01), ash (AACC 08-01), and protein (AACC 46-12) according to AACC (1990). The color of cake samples was determined measuring L^* (lightness/darkness), a^* (redness/greenness) and b^* (yellowness/blueness) parameters with a colorimeter (Model CR 400 Chromo meter, Minolta, Japan). Chroma and hue angle of cake samples were calculated from a^* and b^* . Cake batter pH was determined using a digital pH meter (WTW pH315i/set) by mixing 10 g dough with 90 ml distilled water for 1 min. Cake batter density was calculated by dividing the weight of a standard measure of the batter by the weight of an equal volume of water (Jyotsna et al., 2007). Volume, symmetry and uniformity index were calculated according to the AACC method 10-91 (AACC, 1990). Firmness was determined by a TA-XT2 Texture Analyzer (Texture Tech. Corp., England, and U.K.) at room temperature using an aluminium P36/R cylinder probe. The optimal test conditions in this study were: strain was 25%, and the pre-test, test and post-test speeds were 1.0, 1.0 and 10.0 mm/s, respectively.

The baking loss (%) was determined by dividing the difference between the weight of batter before and after baking and cooling to the weight of the batter before baking (Diaz-Ramirez et al., 2016). Sensory analysis of cake samples was conducted by 20 panelists (between 25 and 45 age) in the Food Engineering Department of Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey. The panelists were selected based on their interest, non-smoker and non-food allergic. The sensory analysis was performed under daylight room

conditions, and samples were randomly presented. Sensory properties (color, smell, taste, pore structure, appearance and overall acceptability) of cake samples were rated on a 1–7 scale by panelists. Statistical analysis was performed by using JMP software.

Results and Discussion

Foaming properties of the egg which is one of the main ingredients of the cake production, contributes to improving structure/texture of batter and final products (Singh et al., 2016; Singh and Ramaswamy, 2013; Van der Plancken et al., 2005). Furthermore, the stability of the air bubbles formed in the protein network structure of the egg albumin during the foaming may be enhanced with the effect of the occurring film around the air bubbles as a result of protein denaturation which is the process of partial globular proteins (Liand and Kristinsson, 2007; Lomakina and Miková, 2006). The foam properties of the egg replacer used in the cake formulation are shown in Table 1. Foaming capacity values ranged from 126.67% to 253.33% and foam stability values ranged from 91.89% to 94.74%. Although aquafaba has a lower foaming capacity than egg, the use of aquafaba up to 50% level instead of egg was provided a statistically significant increase in foaming capacity. On the other hand, the foam stability of the aquafaba showed similar characteristics compared to the egg. There was no statistically significant difference between foaming stability values ($p>0.05$) in whole egg and aquafaba replacement levels.

Table 1. Foaming properties of egg and replacers¹

Çizelge 1. Yumurta ve ikamelerinin köpürme özellikleri¹

Samples <i>Örnekler</i>	Foaming capacity (%) <i>Köpük kapasitesi (%)</i>	Foam stability (%) <i>Köpük stabilitesi (%)</i>
100%Whole Egg	200.00±14.8 ^b	93.33±2.00 ^a
25%Aquafaba-75%Whole Egg	253.33±10.9 ^a	94.21±2.19 ^a
50%Aquafaba-50%Whole Egg	246.67 ± 8.9 ^a	91.89±2.04 ^a
75%Aquafaba-25%Whole Egg	186.67±12.7 ^c	92.14±1.40 ^a
100%Aquafaba	126.67±11.9 ^c	94.74±1.03 ^a

¹Means followed by the same letter within column are non-significantly different ($P < 0.05$).

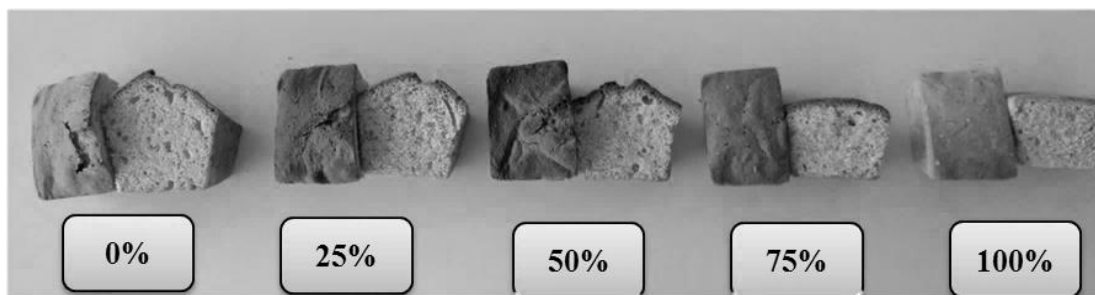


Figure 1. Cake samples

Şekil 1. Kek örnekleri

The prepared chickpea aquafaba was incorporated into traditional cake at 25, 50, 75 and 100%, as an egg substitute. Figure 1 presents the obtained cakes.

Chemical composition of cake samples are given in Table 2. As a result of cooking of legumes, water soluble carbohydrates such as sugar, sucrose, raffinose, stachyose and verbascose are dispersed into the cooking water (Stantiall et al., 2018; Ghribi et al., 2015). Therefore, dry matter of cake samples increased with the use of more than 50% chickpea aquafaba addition rate, compared to the control sample. The protein content of cake samples varied from 6.39 to 9.98% and decreased ($P<0.05$) with 100% chickpea aquafaba addition ratio but this decrease is just about 3%. Ash contents of cake samples varied from 1.20 to 1.30% and ash contents of cake samples decreased with

aquafaba addition. But 25% aquafaba added cake sample gave statistically similar ash content with control sample. This can be explained as follows, although high protein was found in chickpea seeds, less water soluble protein or ash pass into the cooking water seems to be the reason (Stantiall et al., 2018; Cherian et al., 2012). Batter density values are given in Table 2. The highest density was obtained from control cake batter incorporated with egg. Similar result was found by Jyotsna et al., (2007) a study used whey protein concentrate instead of egg.

Optimum cake volume, cake pore structure and texture are obtained by providing the appropriate pH value (Pylar, 1988). As shown in Table 2, the pH value of the cake sample decreased from 7.24 to 6.70, aquafaba addition resulted lower pH values compared to control sample.

Table 2. Chemical properties and batter gravity of cake samples.¹Çizelge 2. Kek örneklerinin kimyasal özellikleri ve hamur yoğunluğu¹

Aquafaba (%)	Dry matter (%)	Protein (%)	Ash (%)	Batter pH	Batter gravity (g cm ⁻³)
Nohut suyu (%)	Kuru madde (%)	Protein (%)	Kül (%)	Hamur pH	Hamur yoğunluğu (g cm ⁻³)
0	79.63±0.43 ^c	9.98±0.18 ^a	1.30±0.01 ^a	7.24±0.17 ^a	1.10±0.04 ^a
25	78.87±0.37 ^c	7.53±0.15 ^b	1.29±0.03 ^a	7.09±0.12 ^{ab}	1.08±0.01 ^{ab}
50	82.62±0.31 ^a	7.26±0.19 ^{bc}	1.25±0.03 ^{ab}	7.10±0.11 ^{ab}	1.03±0.02 ^{bc}
75	82.98±0.39 ^a	7.00±0.16 ^c	1.22±0.01 ^b	7.06±0.11 ^{ab}	1.04±0.03 ^{bc}
100	80.75±0.28 ^b	6.39±0.15 ^d	1.20±0.01 ^b	6.70±0.14 ^b	1.01±0.02 ^c

¹Means followed by the same letter within column are non-significantly different ($P<0.05$).

The increase in the cake batter pH is caused an increase in cake volume and large cake pore structure, while a decrease in cake batter pH is lead to firmer cakes, smaller pore structure, and lower cake volume (Pylar, 1988). As was expected, the volume index values of the cake samples decreased from 169 to 128 mm as a result of the pH change resulting from egg substitution (Table 3). According to

Paraskevopoulou et al. (2015), the decrease in cake volume is due to the better gas retention capacity of the control batter with higher ratio egg and a more controlled structure development during baking. Cake volume depends on not only air incorporated in the batter but also to retain available air during cooking (Paraskevopoulou et al., 2015; Sahi and Alava, 2003). A similar result was reported by Tan et al. (2015) that the egg-

free cake samples had a lower volume. Cake symmetry index values were ranged between 3 and 16 mm. In the cake industry, the symmetry index is used to determine the profiles of the outer lines of the cakes and the increase in the symmetry index indicates that the cake is formed from the center to the top and booming, and that the cake has a flat top surface (Mercan, 1998; Bath et al., 1992). Uniformity index values ranged from -0.45 to 0.25, also the highest value was determined with cake samples used 25% chickpea aquafaba. The uniformity index in the cake industry is used to determine the symmetry of the cake (Masoodi et al., 2002; Mercan, 1998). It is desirable that the results obtained are close to

zero (Mercan, 1998; Bath et al., 1992). 50% aquafaba added cake sample gave creditable (0.00 mm) uniformity index values.

Baking loss and firmness values of cake samples are demonstrated in Table 3. Results showed that as chickpea aquafaba ratio increased, the baking loss was changed from 12.72 to 13.74 but this change was not statistically significant ($P < 0.05$). The changes in baking loss values can be explained by the fact that the egg-containing cake formulations have a higher water binding capacity than the formulations prepared with egg substitution (Ratnayake et al., 2012).

Table 3. Physical properties of cake samples.¹

Çizelge 3. Kek örneklerinin fiziksel özellikleri¹

Aquafaba (%) Nohut suyu (%)	Volume index (mm) Hacim indeksi (mm)	Symmetry index (mm) Simetri indeksi (mm)	Uniformity index (mm) Tek düzelik İndeksi (mm)	Baking loss (%) Pişme kaybı (%)	Firmness (g) Sıklık (g)
0	169±2.12 ^a	15.5±0.14 ^{ab}	-0.45±0.07 ^c	12.72±1.78 ^a	508.26±29.5 ^c
25	165.5±2.12 ^a	8.5±0.28 ^{cd}	0.25±0.14 ^a	13.21±1.50 ^a	545.60±34.44 ^{bc}
50	158±1.41 ^b	16.0±0.21 ^a	0.00±0.07 ^{ab}	13.48±1.48 ^a	569.05±35.86 ^{bc}
75	130.5±2.12 ^c	3.0±0.14 ^d	-0.40±0.14 ^c	13.19±1.60 ^a	610.13±25.27 ^{ab}
100	128±2.12 ^c	10.0±0.28 ^{bc}	-0.20±0.07 ^{bc}	13.74±1.88 ^a	656.35±39.54 ^a

¹Means followed by the same letter within column are non-significantly different ($P < 0.05$).

Firmness values of cake samples produced with 100% chickpea aquafaba were significantly higher compare to the control cake samples ($P < 0.05$). An increase in firmness values was determined in cake samples contained isolated pea proteins instead of eggs by Lin et al. (2017b). Crumb and crust color of cake samples are presented in Table 4 and Table 5, respectively. Crumb lightness (L^*) of the cake samples varied between 69.71 and 73.00 with different chickpea aquafaba addition level. More than 75% addition level of aquafaba showed statistically similar lightness values with control cake sample. In

addition, crumb a^* values slightly increased at higher replacement levels of egg, and b^* values significantly decreased. Because the internal temperature of cake is not high enough for the formation of the Maillard and caramelization reactions, cake crumb color values are mostly dependent on the cake ingredients (Levent and Bilgiçli, 2013; Gómez et al., 2010). Egg, especially yolk is the main factor of changes the color of cake. Crumb chroma values of cake samples significantly ($P < 0.05$) decreased and also hue angle values decreased slightly.

Table 4. Crumb color properties of cake samples.¹

Çizelge 4. Kek örneklerinin kabuki renk özellikleri¹

Aquafaba (%) Nohut suyu (%)	L^* Parlaklık	a^* Kırmızılık	b^* Sarılık	Chroma	Hue angle
0	73.00±1.02 ^a	-0.42±0.03 ^c	24.91±0.19 ^a	24.92±0.19 ^a	90.97±0.03 ^a
25	69.71±0.85 ^b	-0.41±0.04 ^c	23.91±0.22 ^b	23.91±0.22 ^b	90.98±0.04 ^a
50	71.93±1.12 ^{ab}	-0.38±0.03 ^c	22.59±0.26 ^c	22.60±0.26 ^c	90.97±0.08 ^a
75	72.57±0.99 ^a	-0.26±0.03 ^b	20.56±0.22 ^d	20.56±0.22 ^d	90.73±0.24 ^{ab}
100	72.99±1.08 ^a	-0.13±0.01 ^a	19.41±0.20 ^e	19.41±0.20 ^e	90.37±0.02 ^b

¹Means followed by the same letter within column are non-significantly different ($P < 0.05$).

Compare to control samples, using 100% chickpea aquafaba increased the crust lightness of cake samples significantly ($P<0.05$), whereas crust redness values of cake samples significantly decreased ($P<0.05$). Results of the crust color represented that yellowness value of control cake higher than the other cake samples with chickpea aquafaba. Both chroma and hue angle values of cake crust color significantly decreased until 75% chickpea aquafaba addition compare to control cake samples. Crust color of cake is affected

Maillard reactions, interaction reducing sugars-amino acids and caramelization reactions of sugars (Hedayati and Tehrani, 2018). According to Rahmati and Tehrani (2014a), the reason for this increase may be due to the higher protein content of the egg than egg substitutions.

Sensory properties of cake samples are shown in Figure 2. Generally, control sample (without chickpea aquafaba) is given the highest score in terms of all

Table 5. Crust color properties of cake samples.¹

Çizelge 5. Kek örneklerinin iç renk özellikleri¹

Aquafaba (%) Nohut suyu (%)	L^* Parlaklık	a^* Kırmızılık	b^* Sarılık	Chroma	Hue angle
0	49.21±1.48 ^b	12.07±0.24 ^a	28.30±0.34 ^a	30.77±0.41 ^a	66.90±0.16 ^a
25	50.42±1.52 ^{ab}	11.63±0.25 ^{ab}	25.30±0.26 ^b	27.84±0.34 ^b	65.31±0.25 ^b
50	50.59±1.54 ^{ab}	11.01±0.25 ^{bc}	21.68±0.25 ^c	24.32±0.34 ^c	63.08±0.26 ^c
75	52.40±1.45 ^{ab}	11.14±0.22 ^{bc}	18.39±0.33 ^d	21.50±0.39 ^d	58.81±0.05 ^d
100	53.51±1.54 ^a	10.86±0.27 ^c	25.31±0.28 ^b	27.55±0.36 ^b	66.78±0.30 ^a

¹Means followed by the same letter within column are non-significantly different ($P < 0.05$).

sensory characteristics. Compared to the control samples, the use of aquafaba up to 75% level in cake samples showed statistically similar color scores and the lowest color scores was given for 100% aquafaba added cake samples by the panelists. The most affected property was the smell among the sensorial properties. Smell scores decreased with aquafaba addition. According to the taste scores of the cake samples, the use of egg substitution until 50% level was shown similar effect with control cake, but with 75 and 100% substitution of aquafaba instead of

egg, the samples received lower scores from panelists. Pore structure scores decreased with aquafaba addition because of the shrinkage of the pores and a tighter structure in the cake. In terms of appearance, the use of aquafaba up to 25% level in cake samples showed statistically similar color scores compared to control cake. According to overall acceptability properties, similar features of control cakes with up to 50% usage were observed and no negative effects were observed.

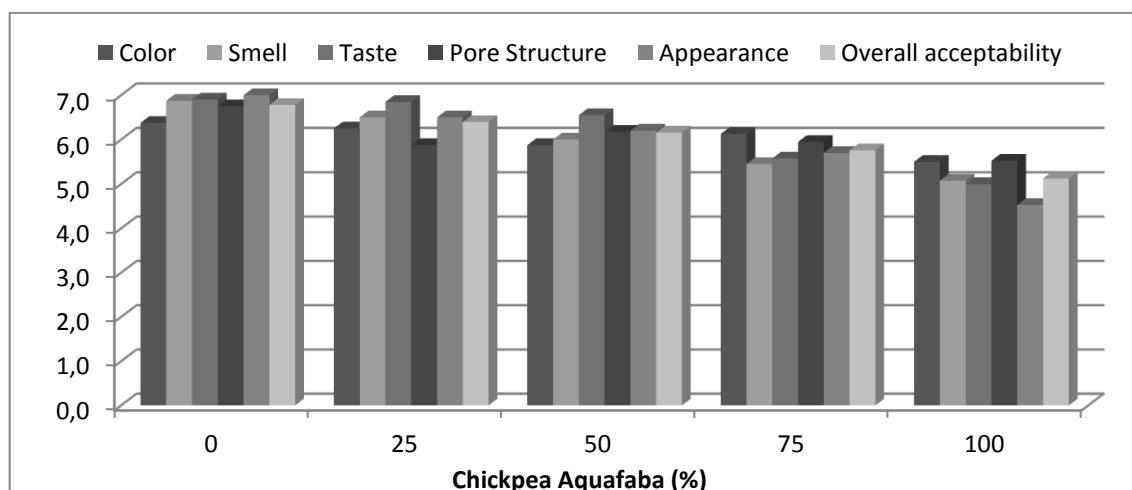


Figure 2. Sensory properties of cake sample

Şekil 2. Kek örneklerinin duyusal özellikleri

Conclusions

When all the results are evaluated, the use of chickpea aquafaba as an egg substitute was concluded with a decrease in the protein and ash content of cake samples, and in terms of physical properties considerably not caused a negative effect up to 50% ratio and showed similar foaming stability values. Addition of egg substitution resulted in an increase of crumb redness and a decrease of crust yellowness values. Compared to the control samples, the use of aquafaba up to 75% level in cake samples showed statistically similar color scores. As a result, chickpea aquafaba can be used 50% as an alternative source instead of eggs for vegans with regard to both cost and effects on nutrition.

References

- American Association of Cereal Chemists (AACC), Approved methods, AACC, (1990). Washington, DC, USA,
- Arozarena, I., Bertholo, H., Empis, J., Bunge, A., and Sousa, I. (2001). Study of the total replacement of egg by white lupine protein, emulsifiers and xanthan gum in yellow cakes. *European Food Research and Technology*, 213 (4-5), 312-316. <https://doi.org/10.1007/s002170100391>
- Baik, B. K., and Han, I. H. (2012). Cooking, roasting, and fermentation of chickpeas, lentils, peas, and soybeans for fortification of leavened bread. *Cereal Chemistry*, 89(6), 269-275. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-04-12-0047-R>.
- Bath, D.E., Shelke, K., and Hosney, R.C. (1992). Fat replacers in high ratio cake layer cakes. *Cereal Foods World*. 37(7), 495-500.
- Cherian, B. M., Leão, A. L., Caldeira, M. D. S., Chiarelli, D., de Souza, S. F., Narine, S., and de Moraes Chaves, M. R. (2012). Use of saponins as an effective surface modifier in cellulose nanocomposites. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 556(1), 233-245. <https://doi.org/10.1080/15421406.2012.635969>.
- Díaz-Ramírez, M., Calderón-Domínguez, G., García-Garibay, M., Jiménez-Guzmán, J., Villanueva-Carvajal, A., de la Paz Salgado-Cruz, M., and Del Moral-Ramírez, E. (2016). Effect of whey protein isolate addition on physical, structural and sensory properties of sponge cake. *Food Hydrocolloids*, 61, 633-639. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.06.020>.
- Ghribi, A. M., Sila, A., Gafsi, I. M., Blecker, C., Danthine, S., Attia, H., and Besbes, S. (2015). Structural, functional, and ACE inhibitory properties of water-soluble polysaccharides from chickpea flours. *International Journal of Biological Macromolecules*, 75, 276-282. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.01.037>.
- Gómez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E., and Caballero, P.A. (2010). Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 43(1), 33-38. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.06.026>
- Hedayati, S., and Mazaheri Tehrani, M. (2018). Effect of total replacement of egg by soymilk and lecithin on physical properties of batter and cake. *Food Science & Nutrition*, 6(4), 1154-1161. <https://doi.org/10.1002/fsn3.656>.
- Jarpa-Parra, M., Wong, L., Wismer, W., Temelli, F., Han, J., Huang, W., and Chen, L. (2017). Quality characteristics of angel food cake and muffin using lentil protein as egg/milk replacer. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(7), 1604-1613. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13433>.
- Jyotsna, R., Sai Manohar, R., Indrani, D., and Venkateswara Rao, G. (2007). Effect of whey protein concentrate on the rheological and baking properties of eggless cake. *International Journal of Food Properties*, 10(3), 599-606. <https://doi.org/10.1080/10942910601048986>.
- Kiosseoglou, V., and Paraskevopoulou, A. (2014). Eggs. In: Zhou, Y. H. Hui, I. D. Leyn, M. A. Pagani, C. M. Rosell, J. D. Selman, et al. (eds.), *Bakery Products Science and Technology*, Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 243-258. <https://doi.org/10.1002/9781118792001.ch13>.
- Köklü, G., and Özer, M.S. (2008). A Study On Effects Of Some Emulsifiers On Cake Quality In Sponge Type Cake Production. *Çukurova University Institute of Natural and Applied Science*, 19(2), 78-87.
- Levent, H., and Bilgiçli, N. (2013). Quality evaluation of wheat germ cake prepared with different emulsifiers. *Journal of Food Quality*, 36(5), 334-341. <https://doi.org/10.1111/jfq.12042>.
- Liang, Y., and Kristinsson, H.G. (2007). Structural and foaming properties of egg albumen subjected to different pH-treatment in the presence of calcium ions. *Food Research International*, 40(6), 668-678. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.11.015>.
- Lin, M., Tay, S. H., Yang, H., Yang, B., and Li, H. (2017b). Development of eggless cakes suitable for lacto-vegetarians using isolated pea proteins. *Food Hydrocolloids*, 69, 440-449. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.03.014>.
- Lin, M., Tay, S. H., Yang, H., Yang, B., and Li, H. (2017a). Replacement of eggs with soybean protein isolates and polysaccharides to prepare yellow cakes suitable for vegetarians. *Food Chemistry*, 229, 663-673. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.132>.
- Liu, S., Elmer, C., Low, N.H., and Nickerson, M.T. (2010). Effect of pH on the functional behaviour of pea protein isolate-gum arabic complexes. *Food Research International*, 43(2), 489-495. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.022>.
- Lomakina, K., and Miková, K. (2006). A study of the factors affecting the foaming properties of egg white - a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 24(3), 110-118.
- Martinez, M., Stone, A. K., Yovchev, A. G., Peter, R., Vandenberg, A., and Nickerson, M. T. (2016). Effect of genotype and environment on the surface characteristics and functionality of air-classified faba

- bean protein concentrates. *European Food Research and Technology*, 242(11), 1903-1911. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2690-4>.
- Masoodi, F.A., Sharma, B., and Chauhan, G.S. (2002). Use of apple pomace as a source of diet dry fiber in cakes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57(2), 121-128. <https://doi.org/10.1023/A:1015264032164>.
- Mercan, N. (1998). Investigations on the effects of some emulsifiers on cake quality. M.Sc. Thesis, Istanbul University, Food Engineering Department, Istanbul, Turkey.
- Mustafa, R., He, Y., Shim, Y. Y., and Reaney, M. J. (2018). Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(10), 2247-2255. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13813>.
- Noğay, O. (2014). Effect of pomegranate seed powders obtained by different methods of quality characteristics of muffin cake. M.Sc. Thesis, Pamukkale University, Food Engineering Department, Denizli, Turkey.
- Paraskevopoulou, A., Donsouzi, S., Nikiforidis, C. V., and Kiosseoglou, V. (2015). Quality characteristics of egg-reduced pound cakes following WPI and emulsifier incorporation. *Food Research International*, 69, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.12.018>.
- Pylar, E. J. (1988). *Baking Science and Technology*. Sosland Publishing Company, USA, 1345.
- Rahmati, N. F., and Mazaheri Tehrani, M. (2014a). Replacement of egg in cake: Effect of soy milk on quality and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 574-582. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12263>.
- Rahmati, N. F., and Tehrani, M. M. (2014b). Influence of different emulsifiers on characteristics of eggless cake containing soy milk: Modeling of physical and sensory properties by mixture experimental design. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1697-1710. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1253-y>.
- Ratnayake, W. S., Geera, B., and Rybak, D. A. (2012). Effects of egg and egg replacers on yellow cake product quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(1), 21-29. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00547.x>.
- Sahi, S. S., and Alava, J. M. (2003). Functionality of emulsifiers in sponge cake production. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 83(14), 1419-1429. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1557>.
- Shao, Y. Y., Lin, K. H., and Chen, Y. H. (2015). Batter and product quality of eggless cakes made of different types of flours and gums. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2959-2968. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12547>.
- Singh, A., Geveke, D. J., Jones, D. R., and Tilman, E. D. (2019). Can acceptable quality angel food cakes be made using pasteurized shell eggs? The effects of mixing factors on functional properties of angel food cakes. *Food Science & Nutrition*, 7(3), 987-996. <https://doi.org/10.1002/fsn3.911>.
- Singh, A., and Ramaswamy, H. (2013). Effect of high pressure processing on color and textural properties of eggs. *Journal of Food Research*, 2(4), 11. <http://dx.doi.org/10.5539/jfr.v2n4p11>.
- Stantiall, S. E., Dale, K. J., Calizo, F. S., and Serventi, L. (2018). Application of pulses cooking water as functional ingredients: the foaming and gelling abilities. *European Food Research and Technology*, 244(1), 97-104. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2943-x>.
- Tan, M. C., Chin, N. L., Yusof, Y. A., Taip, F. S., and Abdullah, J. (2015). Improvement of eggless cake structure using ultrasonically treated whey protein. *Food and Bioprocess Technology*, 8(3), 605-614. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1428-1>.
- Van der Plancken, I., Van Loey, A., and Hendrickx, M. E. (2005). Combined effect of high pressure and temperature on selected properties of egg white proteins. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6(1), 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2004.10.002>



The effect of turmeric on microbial quality in meatballs

Köftelerde zerdeçalın mikrobiyal kalite üzerine etkisi

Burak DEMİRHAN¹

¹Gazi University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Basic Sciences, Ankara, Turkey

To cite this article:

Demirhan, B. (2020). The effect of turmeric on microbial quality in meatballs. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 9-16.

DOI: 10.29050/harranziraat.589246

Address for Correspondence:

Burak DEMİRHAN

e-mail:

bdemirhan@gazi.edu.tr

Received Date:

09.07.2019

Accepted Date:

20.01.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ABSTRACT

Investigation of the effects of turmeric on the pH and microbiological quality of the meatballs was aimed in this study. 2% and 4% turmeric was added to the meatballs, and these samples stored at refrigerator temperature. pH values, total aerobic bacteria, total coliform bacteria, lactic acid bacteria and *Staphylococcus aureus* counts of the samples were followed at daily intervals for five days. As a result of the analysis, it was shown that Total Aerobic Bacteria counts of the turmeric containing groups were lower compared to the control group. pH value of the 4% turmeric group was found lower than the control group. It was found that the Total Coliform Bacteria counts of the 4% turmeric group were lower when compared to the control group. As a result, the addition of 4% turmeric to the meatballs is effective on the microbiological quality of the meatballs.

Key Words: Food safety, Meatball, Microbiological quality, Turmeric

ÖZ

Bu çalışmada, zerdeçalın köftelerin pH'sı ve mikrobiyolojik kalitesi üzerindeki etkileri incelenmesi amaçlanmıştır. Köftelere %2 ve %4 oranında zerdeçal ilave edilmiştir ve örnekler buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Örnekler pH, toplam aerob mezofil bakteri, toplam koliform bakteri, laktik asit bakteri ve *Staphylococcus aureus* sayıları açısından beş gün süresince analiz edilmiştir. Analizler sonucunda zerdeçal kullanılan grupların Toplam Aerob Mezofil Bakteri sayısının kontrol grubuna kıyasla daha düşük düzeyde olduğu görülmüştür. %4 Zerdeçal içeren grubun pH değeri kontrol grubundan daha düşük olduğu bulunmuştur. Köftelerden %4 zerdeçal içeren grubun Toplam Koliform Bakteri sayısının kontrol grubuna kıyasla daha düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, köftelere %4 konsantrasyonda zerdeçal ilave edilmesinin köftelerin mikrobiyolojik kalitesinde etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği, Köfte, Mikrobiyolojik kalite, Zerdeçal

Introduction

Foodstuffs could be contaminated by microorganisms such as bacteria and fungi. These microorganisms may cause undesirable changes in the taste, smell, color, sensory and structural properties of food (Lucera et al., 2012; Ünver and Çelik, 2017; Yaralı, 2019). Various preservation methods such as fermentation, drying, heat treatment, organic acid application, UV ionizing

radiation, non-thermal applications such as high hydrostatic pressure are used in the food industry to prevent the development of spoilage and pathogenic microorganisms in foods (Davidson and Taylor, 2007; Farkas, 2007; Ünver and Çelik, 2017; Belibağlı and Ersan, 2018). In recent years, there has been a significant increase in the preservation of food with natural additives due to consumer concern about synthetic chemicals used in foods (Lucera et al., 2012).

Consumers prefer the preservation of foods with natural additives instead of storage with synthetic chemicals. Natural preservatives that have little or no side effects are being investigated in the food industry. The spices and herbs used for this purpose in the foods not only add taste to the food but also protect the food from various factors affecting its quality (Tsigarida et al., 2000; Gill et al., 2002; Tajkarmi et al., 2010; Abdollahzadeh et al., 2014).

The use of natural antibacterial compounds, such as spices and herbs for food preservation, has become increasingly common in the food industry (Estevez et al., 2007; Pezeshk et al., 2011). Despite the widespread use of various food preservation techniques such as heat treatment, cold storage and addition of antimicrobial compounds, these techniques could cause loss of nutrients in foods and alter organoleptic properties. Instead of the traditional food preservation techniques, the food industry is increasingly interested in new techniques for consumer expectations such as taste, nutritional quality, natural and easily processed foodstuffs. For this reason, researches on medicinal plants are becoming more important in terms of the food industry and human health (Gul and Bakht, 2015).

In order to inhibit the growth of undesirable microorganisms in foods, antimicrobials can be added directly to the product formulation or applied as a surface coating or by adding to the packaging material (Lucera et al., 2012).

Bacterial resistance for existing antibiotics and increasing popularity of traditional medicine have led researchers to investigate plant-derived antimicrobial compounds (Hosny et al., 2011). Curcumin, which forms the major parts of turmeric food colorants, is isolated from rhizomes of *Curcuma longa*. The powders of these rhizomes are very important in the Asian diet and have been used for many years in traditional medicine for the treatment of diseases and infections (Shah et al., 1999). *Curcuma longa* is a medicinal plant and belongs to the family *Zingiberaceae*. Turmeric powder is produced from *Curcuma*

longa rhizome and is generally used as a spice, food additive and food coloring (Shah et al., 1999; Han and Yang, 2005; Niamsa and Sittiwet, 2009; Bhawana et al., 2011; Mun et al., 2013; Moghadamtousi et al., 2014; Liu et al., 2016). Curcumin is an oil-soluble pigment and its solubility in water is very limited. The solubility of curcumin in water is $0.6 \mu\text{g mL}^{-1}$, which can be increased by heating to $7.4 \mu\text{g mL}^{-1}$. Curcumin is also soluble in ethanol and acetone (Hosny et al., 2011). Curcumin has a wide spectrum of biological activities including anti-inflammatory, antioxidant, anti-cancer, antidiabetic, anti-allergic, antiviral, antiprotozoal and antifungal activities (Niamsa and Sittiwet, 2009; Oyagbemi et al., 2009; Bhawana et al., 2011; Hosny et al., 2011; Mun et al., 2013; Moghadamtousi et al., 2014; Gul and Bakht, 2015). Curcumin is generally used in Asia as a food coloring agent and spice, as well as in a wide range of conditions, from acute infections to chronic diseases. It is reported that curcumin has excellent protective effects against *Vibrio vulnificus* infections and reduces the various virulence factors of *Pseudomonas aeruginosa* (Mun et al., 2013). Because of these biological activities, curcumin is considered a functional food source in the food industry. Nowadays, curcumin is used as a colorant in food and beverages, dairy products and pastry products (Liu et al., 2016). It is also stated that curcumin is used as an antimicrobial agent in textile products and when used in combination with aloe vera, it suppresses microbial growth in cotton, wool and rabbit feathers (Moghadamtousi et al., 2014).

Turmeric contains antioxidants known as curcuminoids and is reported to inhibit tumor growth. Turmeric, which is also a powerful antioxidant, promotes colon health, shows neuroprotective activity and assists in maintaining a healthy cardiovascular system (Hosny et al., 2011). Although the mechanism of antimicrobial action of curcumin is not known, it is thought that the presence of methoxyl and hydroxyl groups may be responsible for the antimicrobial effect (Han and Yang, 2005). Turmeric has three

components; curcumin (diferuloylmethane) is the main part (95%) of the turmeric and is responsible for the antibacterial, antifungal, anti-inflammatory and antioxidant effects, demethoxycurcumin, and bisdemethoxycurcumin (Naz et al., 2010).

In this study, the effect of turmeric on the microbiological quality and pH values of meatballs was investigated.

Material and Method

Material

In the study, Plate Count Agar (PCA, Merck 1.05463), Reinforced Clostridial Agar (RCA, Merck 1.05410), Violet Red Bile Agar (VRBA, Merck 1.01406), Maximum Recovery Diluent (MRD, Merck 1.12535), Baird-Parker Agar (BP, Merck 1.05406), Egg yolk tellurite emulsion (Merck 1.03785), De Man Rogosa Sharpe Agar (MRS, Merck 1.10660), stomacher (Bagmixer-400, France), pH meter (Hanna HI 221, Romania), distilled water and turmeric were used.

Method

The minced meat used in the preparation of the meatballs was obtained from a local market in Ankara and brought to the laboratory in cold storage. For the control group, 30 grams of minced meat was taken and placed into polypropylene packages after manual shaping. The packages were then covered with stretch film and stored in a refrigerator at + 4 °C until analyzed. For the turmeric groups, 2% and 4% turmeric was added to the remaining ground beef homogeneously and mixed. Groups of 2% and 4% turmeric were prepared by weighing 30 grams of these ground beef. Prepared groups were kept in polypropylene plastic packages with stretch film and were storage at + 4 °C until 8 log₁₀ CFU g⁻¹; odor development limit (Fung, 2009).

pH analysis

The pH meter (Hanna HI 221, Romania) was adjusted with pH4 and pH7 buffer solutions. Ten gram of samples was weighed and diluted with 90 mL distilled water and then pH was measured (Anonymous, 1990).

Microbiological analysis

Weighed 10 grams of meatballs in a sterile bag, diluted with 90 mL of Maximum Recovery Diluent (MRD) and homogenized in the stomacher for 1 minute. In the analysis, dilution was performed as serial dilutions with MRD by calculating the ratio of 10⁻¹ (Halkman, 2005). The dilutions were used to determine the total aerobic mesophilic bacteria, total coliform bacteria, lactic acid bacteria and *Staphylococcus aureus* counts.

Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB)

Plate Count Agar (PCA) was used for total bacteria analysis by standard spreading plate or pour plate method. The prepared dilutions were inoculated at 0.1 mL to the PCA plates using standard spreading plate method and the plates were incubated at 28 ± 2°C for 48 hours. At the end of the incubation period, colonies formed in Petri plates were counted and expressed as log₁₀ CFU g⁻¹ (Anonim, 2000).

Total coliform bacteria

A 0.1 mL of the prepared dilutions was inoculated to the Violet Red Bile (VRB) Agar with standard spreading plate method and incubated at 32 °C for 24 hours. Colonies with 1-2 mm diameter dark red precipitation at the end of incubation were considered as coliform group bacteria and expressed as log₁₀ CFU g⁻¹ (Anonim, 2000).

Lactic acid bacteria

A 0.1 mL of the serial dilutions were inoculated to MRS Agar with standard spreading plate method and plates were incubated at 28 °C for 48 hours. At the end of the incubation, white-cream colored lenticular shaped colonies were counted and the number of Lactic Acid Bacteria was expressed as log₁₀ CFU g⁻¹ (Halkman, 2005).

Staphylococcus aureus

ISO method was used to detect *Staphylococcus aureus* in samples (Anonymous, 2003). According to this method, 0.1 mL of the

dilutions inoculated in the Baird-Parker Agar with egg yolk tellurite enrichment and plates were incubated at 37 °C for 24-48 hours. At the end of incubation, typical and atypical colonies of 1-1.5 mm in size, gray-black in color and bright were evaluated as *Staphylococcus aureus* suspicious colonies and expressed as \log_{10} CFU g^{-1} .

Statistical analysis

Statistical evaluation of the results was done by using SPSS statistical program. The factors affecting the change in quality criteria were determined as a sample group and storage time. Duncan's test was used as a result of a one-way analysis of variance in repeated measurements (Daniel, 1991).

Results and Discussion

pH value is an important criterion affecting the shelf life, color, water holding capacity and

cooking efficiency of meat and meat products (Turhan et al., 2017). The initial pH value of the minced meat was 5.88. Milon et al. (2016) studied the effect of turmeric powder in meatballs and they found the initial pH value of the meatballs between 5.75 and 6.18, similar to our study. Changes in the pH of the sample groups are given in Figure 1. It was determined that the pH value of sample groups increased during storage ($P < 0.05$). The pH of the control group was found to be higher ($P < 0.05$) than that of 4% turmeric containing group from the 2nd day of storage. The increase in pH during storage may result from the accumulation of metabolites and deamination of proteins due to bacterial activity in meat (Biswas et al., 2004). It is thought that the pH value of the control group is higher than the 4% turmeric containing group, which may be related to the high bacterial load of the control group.

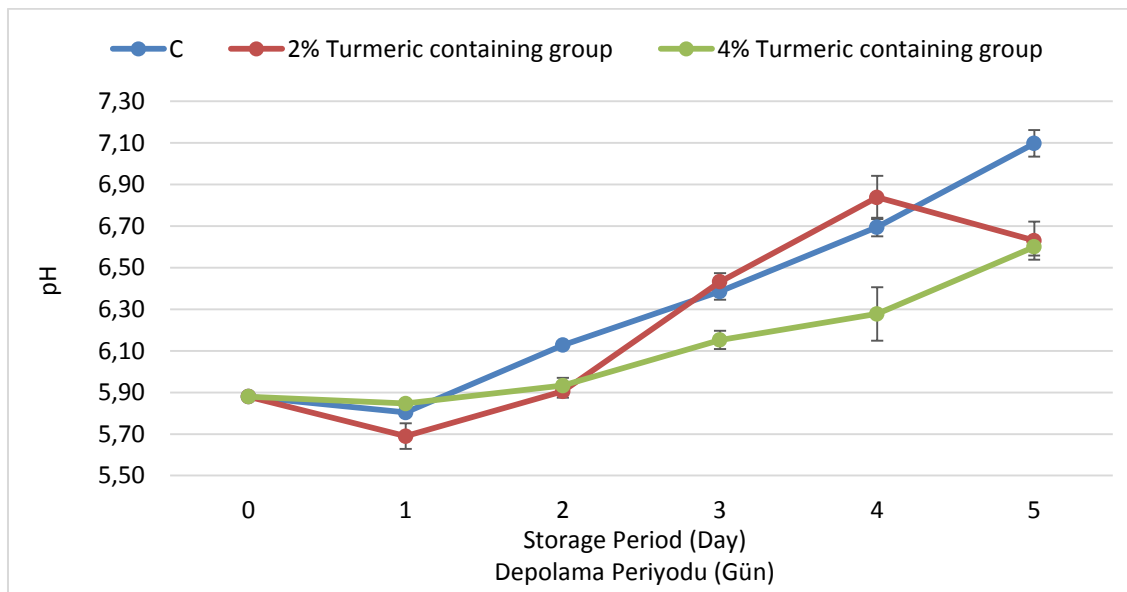


Figure 1. Changes occurred in pH values of meatballs during the storage. C: Control group, 2% and 4% turmeric containing groups. Error bars: mean \pm standard error.

Şekil 1. Muhafaza süresince köftelerin pH değerlerinde meydana gelen değişimler. C: Kontrol grubu, %2 Zerdeçal ve %4 Zerdeçal içeren gruplar. Hata barları: ortalama \pm standart hata.

The initial TAMB bacterial counts of the samples were $6.8 \log$ CFU g^{-1} (Figure 2). Milon et al. (2016) reported in their study that the initial total bacteria count of raw materials was $5.12 \log$ CFU g^{-1} and similar with the study the number of bacteria increased during storage. The increase in the TAMB counts of the groups during the storage

period was statistically significant ($P < 0.05$). When the difference between the TAMB counts of the sample groups was evaluated, the difference between the 4% turmeric containing group and the 2% turmeric containing group and control groups was statistically significant ($P < 0.05$), and TAMB count of the 4% turmeric containing group

was found to be lower than the others. The TAMB counts of all groups remained close to each other until the 3rd day of the storage and were found to be lower in the turmeric-containing groups on the 4th and 5th days of storage compared to the control group.

The initial coliform count of the samples was 3.46 log CFU g⁻¹. Coliform bacterial count changes of the groups are given in Figure 3. There was an

increase in the number of coliform bacteria counts during the storage period (P <0.05). When the difference between the groups in terms of the coliform bacteria counts was examined, the total coliform counts of the meatballs containing 4% turmeric was found to be lower than the control and 2% turmeric containing group on the 4th and 5th days of the storage (P <0.05).

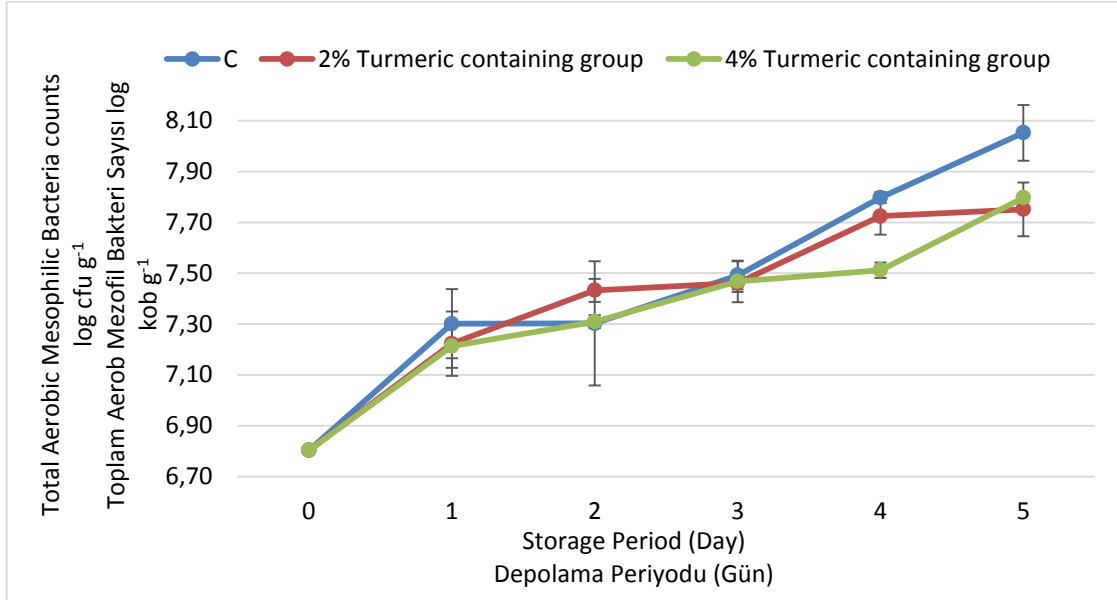


Figure 2. Changes occurred in total aerobic mesophilic bacteria count of meatballs during the storage. C: Control group, 2% and 4% turmeric containing groups. Error bars: mean \pm standard error.

Şekil 2. Muhafaza süresince köftelerin toplam aerob mezofil bakteri sayısında meydana gelen değişimler. C: Kontrol grubu, %2 Zerdeçal ve %4 Zerdeçal içeren gruplar. Hata barları: ortalama \pm standart hata.

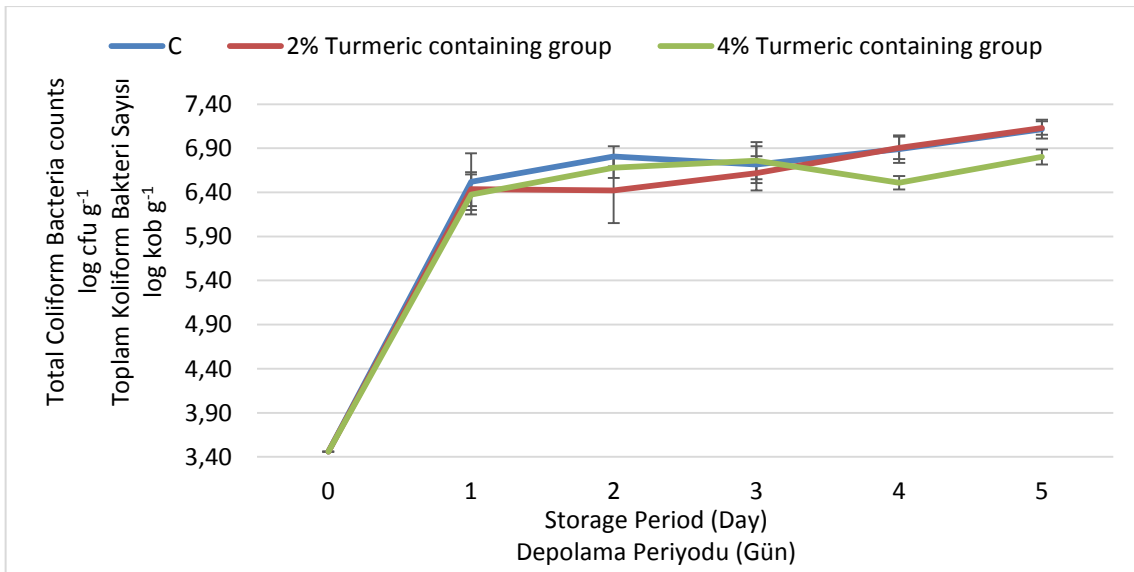


Figure 3. Changes occurred in total coliform bacteria count of meatballs during the storage. C: Control group, 2% and 4% turmeric containing groups. Error bars: mean \pm standard error.

Şekil 3. Muhafaza süresince köftelerin toplam koliform bakteri sayısında meydana gelen değişimler. C: Kontrol grubu, %2 Zerdeçal ve %4 Zerdeçal içeren gruplar. Hata barları: ortalama \pm standart hata.

The initial LAB counts of the samples were found as $5.32 \log \text{CFU g}^{-1}$. While the LAB counts of the turmeric-containing groups increased ($P < 0.05$) during the storage period, the LAB counts of the control group were fluctuated (Figure 4). The difference between the LAB counts of the groups except for the first day of storage was

statistically significant ($P < 0.05$) and the LAB counts of the turmeric containing groups were higher than the control group. pH values of the turmeric containing groups, especially the 4% turmeric containing group, were higher than the control group because of the lactic acid production of the LAB.

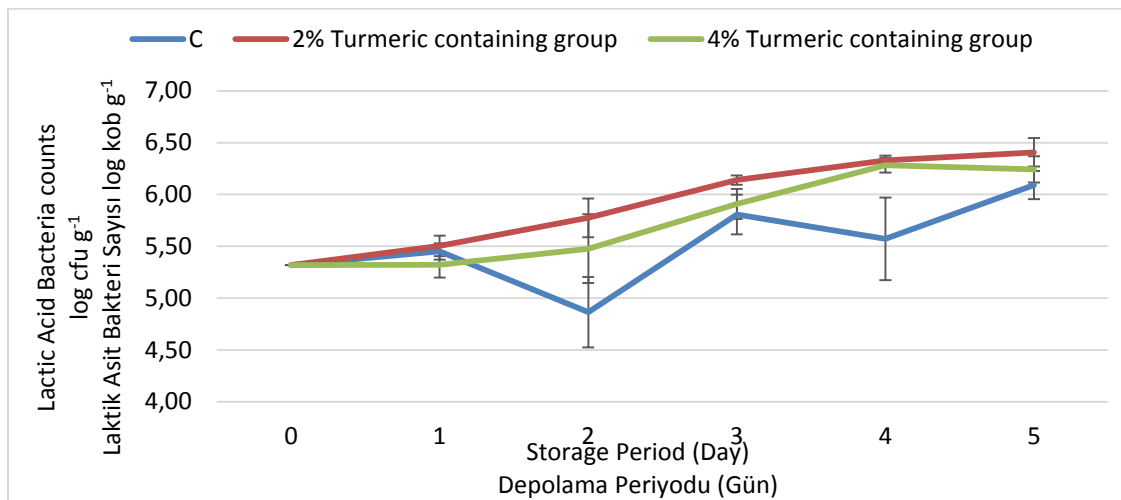


Figure 4. Changes occurred in lactic acid bacteria count of meatballs during the storage. C: Control group, 2% and 4% turmeric containing groups. Error bars: mean \pm standard error.

Şekil 4. Muhafaza süresince köftelerin laktik asit bakteri sayısında meydana gelen değişimler. C: Kontrol grubu, %2 Zerdeçal ve %4 Zerdeçal içeren gruplar. Hata barları: ortalama \pm standart hata.

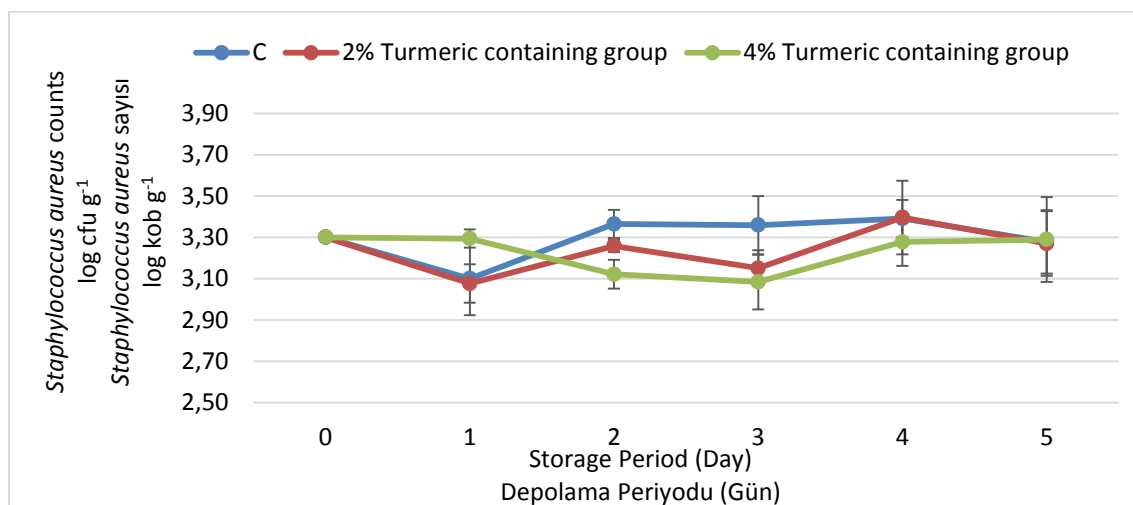


Figure 5. Changes occurred in *Staphylococcus aureus* count of meatballs during the storage. C: Control group, 2% and 4% turmeric containing groups. Error bars: mean \pm standard error.

Şekil 5. Muhafaza süresince köftelerin *Staphylococcus aureus* sayısında meydana gelen değişimler. C: Kontrol grubu, %2 Zerdeçal ve %4 Zerdeçal içeren gruplar. Hata barları: ortalama \pm standart hata.

The initial *Staphylococcus aureus* counts of the samples were $3.30 \log \text{CFU g}^{-1}$. *Staphylococcus aureus* numbers of the sample groups showed fluctuation during the storage period (Figure 5). When the *Staphylococcus aureus* counts of the samples were analyzed, the difference between the groups and each other during storage was not

statistically significant ($P > 0.05$).

Turmeric (*Curcuma longa*) is widely used as food preservative and colorant in foods in India, China and Southeast Asia (Gul and Bakht, 2015). Wang et al. (2009) examined the antibacterial effect of microcapsule curcumin in their study and as opposed to the study, they showed that

curcumin microcapsules have a highest inhibitory effect against *Staphylococcus aureus* and lowest inhibitory effect against *Escherichia coli* and *Yersinia enterocolitica*.

Lourenço et al. (2013) investigated the effect of turmeric on the reduction of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* counts in chicken meats. As a result, they reported that 1% concentration of turmeric added to the samples had no effect on the numbers of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. They stated that turmeric concentrations of more than 1% could be effective against these microorganisms. Shelef et al. (1980) stated that turmeric concentration for inhibition of bacterial growth was range between 1-5%. When taking into consideration the Lourenço et al. (2013) and Shelef et al. (1980), 2% and 4% turmeric were used in the study.

Deb et al. (2013) reported that Gram-negative spoilage bacteria contamination was delayed as a result of the addition of turmeric in yogurt. Mun et al. (2013) stated that curcumin showed antimicrobial activity against all *Staphylococcus aureus* strains according to the antimicrobial susceptibility tests of curcumin against 10 strains of *Staphylococcus aureus* by the standard broth microdilution method. Hosny et al. (2011) evaluated the antimicrobial activity of curcumin (0.3%) in Karishcum cheese, and they found that 2 log reduction in *Escherichia coli* O157:H7 counts.

Arulkumar et al. (2017) investigated the effects of turmeric on biogenic amine formation and shelf life in cuttlefish, and they reported that after 3rd days of the storage, similar with the study, the mesophilic bacteria and *Enterobacteriaceae* loads of the control group was higher than that of the turmeric added groups and that turmeric increased the shelf life of cuttlefish. They also stated that turmeric suppressed microorganisms cause biogenic amine formation.

Buch et al. (2014) examined the effect of turmeric on shelf life in fresh cheeses called "paneer". They reported that the addition of turmeric at a rate of 0.6% extended the shelf life up to 12 days at 7°C. Similarly, they stated that the standard plate counts of the control group

were higher than the 0.4% turmeric added samples.

Conclusion

Red meat is an important source of protein, minerals, and vitamins. However, meatball, which is one of the meat products, is among the foods that are risky for the consumer in terms of microbial contamination. Natural methods such as the use of herbs and spices are of interest in reducing microbial risk in foods. There are limited studies investigating the antimicrobial effect of turmeric which is an important spice in various foods in different countries. As a result, in this study, it was found that turmeric (4%) used in meatballs made from red meat showed antimicrobial effect and it is thought that the researches about turmeric should be increased.

References

- Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35, 177–183.
- Anonim, (2000). Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Anonymous, (1990). Official Methods of Analysis of Association of Official Chemists, 15th Ed., AOAC Inc., Arlington, VA.
- Anonymous, (2003). ISO-6888. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs - Horizontal Method for the Enumeration of Coagulase-Positive *Staphylococci* (*Staphylococcus aureus* and Other Species) - Part 1: Technique using Baird-Parker Agar Medium.
- Arulkumar, A., Ramachandran, K., Paramasivam, S., Palanivel, R., & Miranda, J. M. (2017). Effects of turmeric (*Curcuma longa*) on shelf life extension and biogenic amine control of cuttlefish (*Sepia brevimana*) during chilled storage. *CyTA - Journal of Food*, 15(3), 441-447.
- Belibağlı, K. B., & Ersan, E. (2018). Effects of Storage on The Quality of Sous Vide Processed Lamb Liver. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 1-11.
- Bhawana, B., Basniwal, R. K., Buttar, H. S., Jain, V. K., & Jain, N. (2011). Curcumin nanoparticles: Preparation, characterization, and antimicrobial study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(5), 2056–2061.
- Biswas, A. K., Keshri, R. C., & Bisht, G. S. (2004). Effect of enrobing and antioxidants on quality characteristics

- of precooked pork patties under chilled and frozen storage conditions. *Meat Science*, 66, 733–741.
- Buch, S., Pinto, S., & Aparnathi, K. D. (2014). Evaluation of efficacy of turmeric as a preservative in paneer. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3226–3234.
- Daniel, N. W. (1991). *BioStatistic: A Foundation for Analysis in the Health Sciences*, 5th Edition, Newyork: Wiley.
- Davidson, P. M., & Taylor, M. T. (2007). "Chemical Preservatives and Natural Antimicrobial Compounds", in *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, Eds Doyle P, Beuchat LR, Montville TJ. Washington, DC: American Society for Microbiology Press, 713–734.
- Deb, R., Kamthania, M., & Bhowmik, S. (2013). Food shelf life enhancement: The preservative potential of turmeric. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 4(2), 30-32.
- Estevez, M., Ramirez, R., Ventanas, S., & Cava, R. (2007). Sage and rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pate. *LWT-Food Science and Technology*, 40, 58–65.
- Farkas, J. (2007). "Physical Methods of Food Preservation", in *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, eds. Doyle P, Beuchat LR, Montville TJ. Washington, DC: American Society for Microbiology Press, 685–705.
- Fung, D. Y. C. (2009). Food Spoilage, Preservation and Quality Control. *Encyclopedia of Microbiology* (Third Edition), Pages 54-79. Editor-in-Chief: Moselio Schaechter.
- Gill, A. O., Delaquis, P., Russo, P., & Holley, R. A. (2002). Evaluation of antilisterial action of cilantro oil on vacuum packed ham. *International Journal of Food Microbiology*, 73, 83–92.
- Gul, P., & Bakht, J. (2015). Antimicrobial activity of turmeric extract and its potential use in food industry. *Journal of Food Science and Technology*, 52(4), 2272–2279.
- Halkman, A. K. (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi. 450 s., Ankara.
- Han, S., & Yang, Y. (2005). Antimicrobial activity of wool fabric treated with curcumin. *Dyes and Pigments*, 64, 157-161.
- Hosny, I. M., El Kholy, W. I., Murad, H. A., & El Dairouty, R. K. (2011). Antimicrobial activity of curcumin upon pathogenic microorganisms during manufacture and storage of a novel style cheese "Karishcum". *The Journal of American Science*, 7(5), 611–618.
- Liu, X., Zhu, L. I., Gao, X., Wang, Y., Lu, H., Tang, Y., & Li, J. (2016). Magnetic molecularly imprinted polymers for spectrophotometric quantification of curcumin in food. *Food Chemistry*, 202, 309–315.
- Lourenço, T. C., Mendonça, E. P., Nalevaiko, P. C., Melo, R. T., Silva, P. L., & Rossi, D. A. (2013). Antimicrobial effect of turmeric (*Curcuma longa*) on chicken breast meat contamination. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15(2), 79-82.
- Lucera, A., Costa, C., Conte, A., & Del Nobile, M. A. (2012). Food applications of natural antimicrobial compounds. *Frontiers in Microbiology, Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy*, 3, 1-13.
- Milon, M., Kabir, M. H., Hossain, M. A., Rahman, M., Azad, M. A. K., & Hashem, M. A. (2016). Value added beef meatballs using turmeric (*Curcuma longa*) powder as a source of natural antioxidant. *International Journal of Natural and Social Sciences*, 3(4), 52-61.
- Moghadamtousi, S. Z., Kadir, H. A., Hassandarvish, P., Tajik, H., Abubakar, S., & Zandi, K. (2014). A review on antibacterial, antiviral, and antifungal activity of curcumin. *BioMed Research International*, 2014, 186864.
- Mun, S.H., Joung, D.K., Kim, Y.S., Kang, O.H., Kim, S.B., Seo, Y.S., & Kwon, D.Y. (2013). Synergistic antibacterial effect of curcumin against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Phytomedicine*, 20, 714-718.
- Naz, S., Jabeen, S., Ilyas, S., Manzoor, F., Aslam, F., & Ali, A. (2010). Antibacterial activity of *Curcuma longa* varieties against different strains of bacteria. *Pakistan Journal of Botany*, 42(1): 455-462.
- Niamasa, N., & Sittiwet, C. (2009). Antimicrobial activity of *Curcuma longa* aqueous extract. *Journal of Pharmacology and Toxicology*, 4(4), 173-177.
- Oyagbemi, A. A., Saba, A. B., & Ibraheem, A. O. (2009). Curcumin: From food spice to cancer prevention. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 10, 963-968.
- Pezeshk, S., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2011). Effects of turmeric, shallot extracts, and their combination on quality characteristics of vacuum packaged rainbow trout stored at 4 ± 1 °C. *Journal of Food Science*, 76, 387–391.
- Shah, B. H., Nawaz, Z., Pertani, S. A., Roomi, A., Mahmood, H., Saeed, S. A., & Gilani, A. H. (1999). Inhibitory effect of curcumin, a food spice from turmeric, on platelet-activating factor- and arachidonic acid-mediated platelet aggregation through inhibition of thromboxane formation and Ca²⁺ signaling. *Biochemical Pharmacology*, 58, 1167–1172.
- Shelef, L. A., Naglik, O. A., & Bogen, D. W. (1980). Sensitivity of some Common food-borne bacteria to the spices sage, rosemary and allspice. *Journal of Food Science*, 45(4), 1042-1044.
- Tajkarmi, M. M., Ibrahim, S. A., & Clive D. O. (2010). Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*, 21, 1199–1218.
- Tsigarida, E., Skandamis, P., & Nychas, G. J. E. (2000). Behaviour of *Listeria monocytogenes* and autochthonous flora on meat stored under aerobic, vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5°C. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 901–909.
- Turhan, S., Sarıcaoglu, F. T., Mortas, M., Yazıcı, & F., Gencelep, H. (2017). Evaluation of color, lipid oxidation and microbial quality in meatballs formulated with bee pollen during frozen storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e12916.
- Ünver, N., & Çelik, Ş. (2017). İçme sütü üretiminde ESL (Extended Shelf Life) teknolojisinin kullanımı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2), 247-258.
- Wang, Y., Lu, Z., Wu, H., & Lv, F. (2009). Study on the antibiotic activity of microcapsule curcumin against foodborne pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, 136, 71–74.
- Yaralı, E. (2019). Gıda zincirinde izlenebilirlik. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(1), 108-119.

Nane (*Mentha piperita* L.) distilasyonundan arta kalan hidrosolün kek üretiminde değerlendirilmesi

Evaluation of hydrosol remaining from peppermint (Mentha piperita L.) distillation in cake production

Serap BERKTAŞ^{1*} , Mustafa ÇAM¹ 

¹Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

To cite this article:

Berktaş, S. & Çam, M. (2020). Nane (*Mentha piperita* L.) distilasyonundan arta kalan hidrosolün kek üretiminde değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 17-25.

DOI: 10.29050/harranziraat.590827

Address for Correspondence:

Serap BERKTAŞ

e-mail:

berktaserap@gmail.com

Received Date:

11.07.2019

Accepted Date:

20.01.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Nane uçucu yağ ve fenolik bileşiklerce zengin tıbbi ve aromatik bir bitki olup uçucu yağ elde edilmesinden sonra geriye kalan kısımlar değerlendirilememektedir. Bu çalışmada, tıbbi nane (*M. piperita* L.) hidrodistilasyonu sonrası arta kalan hidrosol kısmının kek üretiminde zenginleştirme amacıyla kullanılabilme potansiyeli incelenmiştir. Bu amaçla, fenolik bileşiklerce fakir olan kek, biyoaktif bileşiklerce zengin olan nane hidrosolü ile zenginleştirilmiş ve elde edilen keklerin fizikokimyasal ve duyu analizleri gerçekleştirilmiştir. Nanenin 1 saatlik hidrodistilasyon işlemi sonrası elde edilen hidrosolden maltodekstrin ilave edilerek ve püskürtmeli kurutucu yardımıyla kurutularak kuru hidrosol ekstraktı (KHE) elde edilmiştir. KHE % 0,5, % 1 ve % 1,5 (g/g) oranlarında kek formülasyonlarına eklenerek üretimler gerçekleştirilmiştir. Belirli oranlarda KHE içeren ve KHE içermeyen (kontrol) kek örneklerinin kuru madde, renk, toplam fenolik (TFMM), toplam flavonoid (TFM) ve antioksidan aktivite değerleri (DPPH ve ABTS) ile duyu kabul edilebilirlikleri karşılaştırılmıştır. Ürnlere eklenen KHE miktarının artmasıyla TFMM, TFM ve antioksidan aktivite değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artışın ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır. KHE ile zenginleştirilen keklerin TFMM değerleri 13.60-34.03 mg GAE 100 g⁻¹ ve DPPH değerleri 21.94-60.75 mg TE 100 g⁻¹ arasında tespit edilmiştir. Zenginleştirilmiş kek örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları yakın sonuçlar göstermiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre kurutulmuş hidrosolün keklerle eklenmesi keklerin acılık ve burukluk değerlerinin yükselmesine neden olmuştur. Nane hidrosolünün bu çalışmada gösterildiği gibi kek formülasyonlarına ilave edilebileceği ve fenolik bileşiklerce fakir diğer işlenmiş ürnlere de ilave edilme potansiyelinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi nane, Hidrodistilasyon, Fenolik bileşikler, Püskürtmeli kurutucu, Kek

ABSTRACT

Peppermint is a medicinal and aromatic plant rich in essential oil and phenolic compounds and the remaining parts was not used be evaluated after extracting essential oil. In this study, it was investigated that the potential application of hydrosol fraction remaining after hydrodistillation of peppermint (*M. piperita* L.) in the production of cake formulation. For this purpose, the cake, poor in phenolics, was enriched with peppermint hydrosol, rich in bioactive compounds, and then physicochemical and sensory analyzes were performed. Maltodextrin was added into hydrosol which is obtained from 1h hydrodistillation process, and then dried by spray dryer to obtain dried hydrosol extract. Dried hydrosol extract was added into cake formulations with the ratios of 0.5 %, 1 % and 1.5 % (w/w). Dry matter, color, total phenolic, total flavonoid and antioxidant activity values, and sensory acceptability of enriched cake samples were compared. There were significant increases ($p < 0.05$) in total phenolic and flavonoid contents, and antioxidant activity values with increasing amount of added dried hydrosol extract into the cakes. Total phenolics were found between 13.60-

34.03 mg 100 g⁻¹,

and antioxidant activities were determined between 21.94-60.75 mg 100 g⁻¹. The overall acceptability scores of the enriched cake samples were displayed similar results. Addition of dried hydrosol into cakes resulted in elevation of bitterness and astringency values of cakes. The study showed that dried hydrosol of peppermint is suitable for the production of cakes, and might be incorporated into products poor by phenolic compounds.

Key Words: Peppermint, Hydrodistillation, Phenolic compounds, Spray dryer, Cake

Giriş

Günlük olarak tükettiğimiz gıdalar ve diyetimizde yer alan besin ögeleri sağlığımız üzerinde önemli etkilere sahiptir. Yaşam standartlarının iyileşmesi ile birlikte tüketiciler besleyici değerinin yanı sıra insan sağlığına olumlu katkılar sağlayan gıdalara yönelmektedir. Gıdalara uygulanan işlemler, tüketim alışkanlıklarının değişerek yeni ürünlere yönelme isteği ve yaşam standartlarının gelişmesi gibi birtakım sebepler nedeniyle fonksiyonel gıdalara olan talep artmaktadır. Bu nedenle besin içeriği yeterli ve tüketimi ile sağlık açısından fayda sağlayan fonksiyonel gıdaların geliştirilme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Açu, 2014; Aliyev, 2006). Birçok ülkede, yenilebilir bitkilerden elde edilen fenolik bileşikler, geniş bir hastalık grubuna karşı koruma kapasiteleri nedeniyle, içecek ve yiyecekleri zenginleştirmek için etkili bileşenler olarak kullanılmaktadırlar (Pasukamonset ve ark., 2016).

Nane (*Mentha piperita* L.), Akdeniz havzasında geniş bir yayılım gösteren ve on yedinci yüzyılın sonlarında İngiltere'de yetiştirilmeye başlanan tıbbi ve aromatik öneme sahip bitkilerden oluşan Lamiaceae familyasının üyeleri olan *Mentha spicata* ile *Mentha aquatica*'nın melezidir (Sinha ve Chattopadhyay, 2011). Nane kafein içermeyen bir bitki olması ve yapraklarında % 1.2 ila % 3.9 oranında bulunan uçucu yağı dolayısıyla bitki çayı olarak yoğun şekilde tüketilmektedir. Nane yaprakları ve uçucu yağları antioksidan, antimikrobiyal ve immüno-modülasyon aktiviteleri de dahil olmak üzere faydalı etkileri nedeniyle gıdalar, farmasötik formülasyonlar ve kozmetikler için de kullanılmaktadır (Jeong ve ark., 2018). Geleneksel olarak çeşitli kültürlerde kullanımı çok eskilere dayanan nanenin son dönem bilimsel çalışmalarla antioksidan, antitümör,

antimikrobiyal ve antialerjenik gibi birtakım biyolojik aktivitelere sahip olduğu, ayrıca sindirim sistemi üzerinde faydalı etkileri olduğu belirlenmiştir. Geleneksel olarak gastrointestinal rahatsızlıklarını gidermede önerilen nanenin uçucu yağ fraksiyonunun huzursuz bağırsak sendromu için güvenli ve etkili bir kısa süreli tedavi edici özelliğinin olduğu belirlenmiştir (Dualı, 2010). Literatür taramasında nane gibi tıbbi bitkilerin biyolojik potansiyeline olan ilginin arttığı görülmektedir.

Aromatik bitkilerin distilasyonu sonrası uçucu yağ, distile edilmiş biyokütle ve artık su (hidrosol) elde edilmektedir (D'Amato ve ark., 2018). Hidrosollerin aromatik profili, hidrofobik, suda çözünmeyen izoprenoit bileşiklerinin (hidrokarbonlar) bulunmamasından dolayı, ilgili uçucu yağlardan önemli ölçüde farklı olabilir (Rajeswara Rao, 2013). Hidrosoller, bitkilerden uçucu yağ elde etmek için kullanılan hidrodistilasyon işlemleri sonrasında elde edilen ikincil ürünlerdir. Geleneksel kullanımda hidrosoller Akdeniz ülkelerinde geleneksel tıpta serinletici içecek olarak kullanılmaktadır. Hidrosollerin son zamanlarda fark edilen özellikleri ise hem in vitro hem de model gıdalarda, özellikle bakteri ve mantarlar dahil olmak üzere patojenik ve bozulma mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal etkinlik sergilemeleridir (D'Amato ve ark., 2018). Hidrosoller iz miktarda uçucu yağ ve pek çok suda çözünür bileşenler içeren oldukça değerli kompleks karışımlardır (Fleisher ve Fleisher, 1991).

Tüketime hazır yiyecekler tüm dünyada tüketicilerin yeme davranışlarındaki değişiklikler sebebiyle rağbet ettikleri ürün gruplarıdır. Bununla birlikte, tüketicilerin diyet lifi açısından zengin veya biyoaktif bileşiklerce zengin ürünler gibi sağlığa fayda sağlayan ürün gruplarına olan yönelimleri de artmaktadır. Fırıncılık ürünlerinin tüketicilerce

oldukça fazla rağbet görmeleri nedeniyle biyoaktif bileşenlerin fırıncılık ürünlerine ilave edilmesi ve bu sayede tüketiciye ulaştırılması mümkün gözükmektedir (Kim ve ark., 2012). Unlu mamuller içerisinde önemli yeri olan kek, genellikle un, su, şeker, kabartıcılar ve yumurta gibi bileşenlerin uygun oranlarda karıştırılarak elde edilen hamurun pişirilmesi suretiyle elde edilen bir gıda ürünüdür (Alrefaire ve Bostan, 2017). Kek, tüm dünyadaki tüketiciler için popülerdir ve daha fazla biyoaktif bileşik tüketmenin iyi bir yolu olabilir (Mau ve ark., 2017; Drabińska ve ark., 2018). Kamiloglu ve ark. (2017) keklere siyah havuç posası ekleyerek keklere zenginleştirme işlemi yapmış ve kekin besin değerini artırmışlardır. Aynı şekilde Mau ve ark. (2017) keklere siyah pirinç tozu ekleyerek kekin özelliklerinde anlamlı artışlar tespit etmişlerdir. Bu nedenle, nane hidrosolünün kek formülasyonları içerisine ilave edilerek yeni bir kek üretimi formülasyonu geliştirmenin faydalı olabileceği öngörülmüştür.

Nane uçucu yağı, yaprağının çok az bir miktarını temsil etmekte ve ekstre edildikten sonra geriye değerlendirilmeyen biyolojik öneme sahip maddeler içeren yan ürünler kalmaktadır. Nane distilasyonu sonrası arta kalan materyalin değerlendirilmemesi hem ülke ekonomisi hem de gıda sektörü için önemli bir ekonomik kayıptır. Nane distilasyonu sonrası kalan hidrosol fenolik bileşikler gibi biyoaktif maddeler içerdiğinden gıda, ilaç gibi farklı sektörlerde yardımcı madde olarak kullanım olanakları araştırılmalıdır. Bu çalışmada nane distilasyon artık ürünü olan hidrosolün değerlendirilip ekonomiye kazandırılarak, sağlık üzerine olumlu etkilere sahip fonksiyonel ürünlerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

2016 temmuz ayında hasat edilmiş olan nane (*M. piperita*), kurutulmuş formda Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma Merkezi'nden, sakkaroz (Balküpü), emülgatör (mono- ve di-gliserit), maltodekstrin (13-17 DE), un (Selva), yumurta akı tozu, kabartma tozu (D. Oetker), yağ

(Becel % 59 yağlı bitkisel margarin), yağsız süt tozu (Pinar), içme suyu ve tuz Kayseri yerel piyasasından tedarik edilmiştir.

Metot

Hidrodistilasyon işlemi ve kurutulmuş hidrosollerin elde edilmesi

Nane hidrosolünün elde edilmesi amacıyla hidrodistilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 50 g kurutulmuş nane yaprağı 500 ml distile su ile Clevenger hidrodistilasyon aparatında (İldam-1000 ml) 1 saat distile edilmiştir. Nane esansiyel yağı ayrıldıktan sonra kalan sulu ekstrakt (hidrosol) filtre kağıdı kullanılarak filtre edilmiştir. Hidrosoller 1:1 oranında (kuru madde) maltodekstrin ile homojeneze edilerek 150 °C'de kurutucu giriş sıcaklığında püskürtmeli kurutucuda (B-290, BUCHI, İsviçre) kurutularak KHE elde edilmiştir.

Kek üretimi

KHE ile zenginleştirilen kekler Çizelge 1' de verilen formülasyonlar kullanılarak fanlı fırında (Albeni, Simfer, Türkiye) üretilmiştir. KHE içermeyen kek B1, formülasyondaki unun ağırlıkça % 0.5' i KHE fenolik bileşiği olan kek B2, % 1' i olan kek B3 ve % 1.5' i KHE fenolik bileşiği olan kek B4 olacak şekilde üretimler gerçekleştirilmiştir. Kek formülasyonu hazırlanırken keklerin toplam kuru madde içeriklerini dengelemek adına % 1,5 KHE içeren kek örneğindeki KHE miktarına denk gelecek şekilde diğer kek formülasyonları maltodekstrin ile tamamlanmıştır. Kek hamurunu hazırlamak için öncelikle formülasyonun katı bileşenleri olan un, hamur kabartma tozu, tuz, sakkaroz, süt tozu, yumurta akı tozu, KHE ve maltodekstrinin mikserde (K 8160 P in love, Arçelik, Türkiye) 85 rpmde 1 dakika karıştırılmıştır. Erimiş yağ ve içme suyunun karışıma eklenmesinin ardından karışım 140 rpmde 2 dakika boyunca karıştırılarak hamur elde edilmiş ve tek kullanımlık kek kalıplarına aktarılarak önceden ısıtılmış 175 °C fırında 25 dakika süreyle pişirilmiştir. Pişirmeden sonra kekler, kurumalarını önlemek için kapatılarak kodlanmış olan plastik torbalara yerleştirilmeden önce ortam ısısına gelmeleri için soğumaya bırakılmıştır.

Çizelge 1. Kek örneklerinin formülasyonu (Sakiyan ve ark., 2011)

Table 1. Formulation of cake samples (Sakiyan et al., 2011)

Bileşenler (g) Ingredients (g)	Kek örnekleri Cake samples			
	B1	B2	B3	B4
Un Flour	100	100	100	100
Sakaroza Sucrose	100	100	100	100
Yağsız süt tozu Skimmed milk powder	12	12	12	12
Yumurta akı tozu Egg White powder	9	9	9	9
Kabartma tozu Baking powder	5	5	5	5
Tuz Salt	3	3	3	3
KHE	-	4.55	9.1	13.65
Maltodekstrin Maltodextrin	13.65	9.1	4.55	-
Yağ Fat	25	25	25	25
Su Water	100	100	100	100

*B1: Kontrol örneği, B2: % 0.5 KHE içeren kek, B3: % 1 KHE içeren kek, B4: % 1.5 KHE içeren kek, KHE: Kuru hidrosol ekstraktı.

*B1: Control sample, B2: Cake with 0.5% KHE, B3: Cake with 1% KHE, B4: Cake with 1.5% KHE, KHE: Dry hydrosol extract.

Fizikokimyasal analizler

Kek örneklerinden 10' ar gram tartılarak 90 ml distile su ile 10 dakika homojenize edilmiş ve pH değerleri bir pH metre vasıtasıyla (HANNA Instruments, ABD) belirlenmiştir (Baltacıoğlu ve Uyar, 2017). Toplam asitlik değeri 0.1 N NaOH ile volümetrik-potansiyometrik titrasyon yöntemiyle sitrik asit cinsinden belirlenmiştir. Ürünlerin rengi, 'L', 'a', 'b' değerleri bakımından bir kromometre ile (CR-5, Konica Minolta, Japan) kaydedilmiştir. Keklerin iç ve dış renk değerleri ayrı ayrı ölçülmüştür. Nem tayini ise 105 °C'de etüvde (DT104, GEMO, Türkiye) 24 saat örneklerin kurutulmasıyla gerçekleştirilmiştir.

Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

Kek örneklerinden 10 gram tartılarak 100 ml aseton eklenmiş ve 40 °C'de 1 saat süre ile çalkalamalı su banyosunda (ST30, NÜVE, Türkiye) ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekstrakt kaba filtre kağıdından süzülerek 40 °C de vakumlu evaporatörde (Value G1, Heidolph Hei-Vap,

Almanya) asetonu uzaklaştırılmış ve 20 ml' ye metanol:su (1:1) ile hacmi tamamlanmıştır (Çam ve ark., 2013). Elde edilen ekstrakt toplam fenolik ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktivitelerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Toplam fenolik ve flavonoid içeriği

Örneklerin toplam fenolik içeriği Folin-Ciocalteu (FC) reaktifi ile Singleton ve Rossi. (1965) tarafından geliştirilip Li ve ark. (2006) tarafından modifiye edilen metot kullanılarak spektrofotometrik olarak belirlenmiş ve sonuçlar fenolik bir bileşik olan gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir. Örneklerin toplam flavonoid madde içeriği Zhinsen ve ark. (1999) metodu kullanılarak spektrofotometrik olarak belirlenmiş ve sonuçlar kateşin eşdeğeri olarak verilmiştir.

Antioksidan aktivite tayinleri

Örneklerin antioksidan aktiviteleri DPPH ve ABTS metotlarına göre belirlenmiştir. DPPH antiradikal aktivite tayini 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DDPH) radikalini indirgeme aktivitesi kullanarak spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir (Brand-Williams ve ark., 1995).

ABTS antioksidan aktivite tayininde ise Re ve ark. (1999) metodu kullanılmıştır. ABTS radikal çözeltilisinin absorbansı 734 nm de 0.700±0.005' i verecek şekilde fosfat tamponu (PBS) ile seyreltilerek ayarlanmıştır. Ekstraktlardan 20, 40, 60, 80 µl alınarak 2 ml hacimli plastik küvetlere konulmuş ve üzerine absorbansı ayarlanan 2 ml radikal çözeltisi eklenerek karanlıkta 6 dakika bekletilmiştir. Örneklerin antioksidan aktivite değerleri mg troloks g⁻¹ örnek cinsinden verilmiştir.

Duyusal analizler

Keklerin duysal açıdan tercih dereceleri hedonik skala testi ile belirlenmiştir. Eğitimsiz gönüllü 70 panelist tarafından gerçekleştirilen duysal değerlendirmede panelistlerden 9 noktadan oluşan bir hedonik ölçekte (1: çok kötü, 5: orta, 9: mükemmel) tercih derecesine göre puanlamaları istenmiştir. Hedonik duysal değerlendirme Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğrencileri tarafından Gıda Mühendisliği

bölüm duyuşal laboratuvarında (Kayseri, Türkiye) gerçekteşirilmiştir. Kekler hacim, koku, lezzet, tatlılık, yapı/tektür, acılık, burukluk, yumuşaklık, gözenek homojenliği ve büyüklüğü, kabuk rengi, iç renk ve genel beğeni açısından değerlendirilmiştir. Değerlerin ölçęęi "son derece beğenmemek" (puan 1) ile "son derece beğenmek" (puan 9) arasında değişmektedir. Numunelerin duyuşal analizleri üretimden bir gün sonra gerçekteşirilmiştir. Örnekler, üç basamaklı rasgele sayılarla kodlanarak rastgele sırayla servis edilen beyaz plastik tabaklarda sunulmuştur. Tüketicilere numuneleri değerlendirdikten sonra kalıntı etkisini en aza indirmek için ağızlarını numuneler arasında suyla çalkalamaları istenmiştir.

İstatistiksel analiz

Tüm veriler İstatistiksel Analiz Sistemi yazılım paketi (SPSS 17.0.1 Inc., Chicago, III, USA) kullanılarak bir varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. İkidenden fazla grup karşılaştırmaları gerçekteşirilirken verilerin normalliğinin sağlandığı durumlarda tek yönlü varyans analizi, verilerin normal dağılmadığı durumlarda ise Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar varyansların homojen dağılması halinde Tukey testi, homojenliğinin sağlanmadığı durumlarda ise Dunnett T3 testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Gruplara ait veriler değerlendirilirken p 'anlamlılık' değeri ($p < 0.05$) göz önünde bulundurularak grup ortalamaları arasındaki fark test edilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Keklerin fizikokimyasal özellikleri

Farklı oranlarda KHE ile zenginleştirilen keklerin bazı fizikokimyasal özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir. Kek grupları arasında (B1, B2, B3, B4) tüm fizikokimyasal özellikler açısından fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Keklerdeki KHE oranının artması ile birlikte kuru madde ve toplam asitlik değerlerinin anlamlı şekilde arttığı görülürken, pH değerlerinin azaldığı

görülmektedir ($p < 0.05$). Keklerdeki fenolik içeriğinin artması sonucu asitliğin arttığı dolayısıyla da pH değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Baltacıoğlu ve Uyar. (2017) kabak tozunun kek üretimindeki potansiyelini inceledikleri çalışmalarıda kek örneklerinin asitlik değerlerinin kabak tozu ilavesiyle arttığını ve bu durumun kabak tozunun pH değerinin düşük olmasından kaynaklandığı belirtmişlerdir. Keklerin rengi KHE eklenmesi ile değişmektedir. KHE ile zenginleştirilmiş keklerin kabuk L^* aydınlık değerleri ve b^* sarılık değerleri kontrole göre azalırken a^* kırmızılık değerleri anlamlı şekilde artmıştır ($p < 0.05$). İlave edilen KHE miktarı attıkça keklerin rengi daha koyu ve daha kırmızımsı hale gelmektedir. Lu ve ark. (2010) yeşil çay ile zenginleştirdikleri keklerdeki yeşil çay tozunun artmasına bağlı olarak keklerin koyu renginde artış tespit ederken kırmızılık ve sarılık değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir. Keklerdeki renk değişikliğini çay pigmentleri ve polifenol bileşiklerinin oksidasyon reaksiyonuna girmesi ve sukrozun pişirme sırasında karamelleşmeye katılmış olması ile ilgili olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Çalışmamızda, kontrol örneğinin (B1) rengi zenginleştirilen keklerle kıyasla daha açık ve daha sarı renkli olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda nane hidrosolünün kahverengimsi-kırmızı renginin kek örneklerinin rengine de yansıdığı görülmektedir. Dolayısıyla keke katılan KHE keklerin daha kırmızımsı renkte olmalarına sebep olmuştur. Ayrıca, keklerin kabuk değerlerindeki koyuluğun iç renge kıyasla daha fazla olduğu ve bu durumun ısıyla direk temasta olan kabukta meydana gelecek olan koyuluğun şekerlerin karamelizasyonu ve maillard reaksiyonundan ileri geleceği öngörülmektedir (Gomez ve ark., 2008). Ürünün pişirilmesi göz önüne alındığında esmerleşme reaksiyonlarının ve buna ilaveten, kek bileşimine undan farklı bir tozun eklenmesinin eklenen tozun rengi ve tipine göre kekin rengini etkileyeceği bildirilmektedir (Shin ve ark., 2007).

Çizelge 2. Keklerin bazı fizikokimyasal özellikleri
Table 2. Some physicochemical properties of cakes

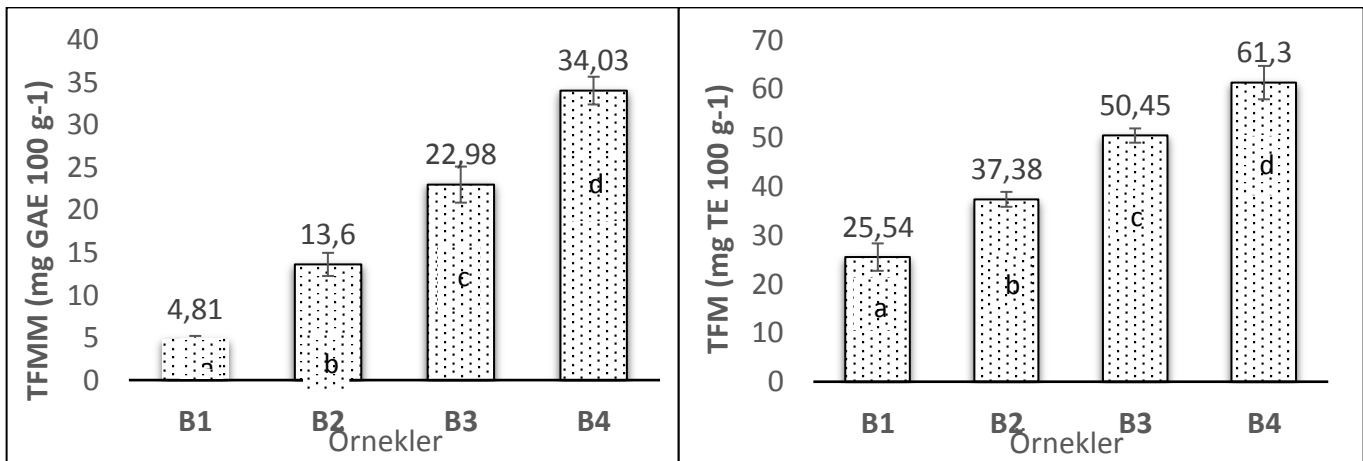
Özellikler Properties	Kek örnekleri Cake samples			
	B1	B2	B3	B4
Toplam kuru madde (%) Total dry matter (%)	79.92±0.03 ^a	81.34±0.01 ^b	82.13±0.33 ^{bc}	82.60±0.37 ^c
Toplam asitlik (%) Acidity (%)	0.14±0.01 ^a	0.16±0.01 ^a	0.21±0.01 ^b	0.22±0.01 ^b
pH değeri pH value	7.29±0.14 ^a	7.11±0.14 ^b	6.93±0.14 ^c	6.87±0.14 ^d
L* (kabuk) L* (top)	58.41±1.92 ^a	42.74±1.92 ^b	46.53±0.22 ^b	43.43±2.11 ^b
a* (kabuk) a* (top)	6.79±0.05 ^a	14.33±0.08 ^b	11.59±1.26 ^b	11.79±1.04 ^b
b* (kabuk) b* (top)	36.76±0.49 ^a	27.37±0.19 ^b	19.01±1.71 ^c	19.30±0.43 ^c
L* (iç) L* (inner)	73.36±1.44 ^a	60.74±3.40 ^b	46.50±3.13 ^c	47.11±4.01 ^c
a* (iç) a* (inner)	0.37±0.09 ^a	4.18±0.54 ^b	4.24±0.09 ^{bc}	6.33±0.84 ^c
b* (iç) b* (inner)	18.37±0.08 ^a	22.16±0.25 ^{ab}	19.17±0.97 ^a	24.62±4.33 ^b

*B1: Kontrol örneği, B2: % 0.5 KHE içeren kek, B3: % 1 KHE içeren kek, B4: % 1.5 KHE içeren kek. **Çizelge üzerindeki değerler verilerin ortalama ± standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Aynı satır içerisindeki harfler tek yönlü varyans analizi sonucunda varyansların homojenliğinin sağlandığı gruplarda Tukey testi, sağlanmadığı gruplarda ise Dunnett T3 testi sonuçlarını ifade etmekte olup farklı harfler örnek ortalamaları arasında fark olduğunu (p<0.05) belirtmektedir. ***Titrasyon asitliği değerleri sitrik asit cinsinden verilmiştir.

Keklerin toplam fenolik (TFMM) ve flavonoid içerikleri (TFM)

Keklerin TFMM (mg GAE 100 g⁻¹ kek) ve TFM (mg KE 100 g⁻¹ kek) değerleri Şekil 1' de gösterilmiştir. KHE ile zenginleştirilen keklerin TFMM ve TFM değerleri açısından fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Keklerdeki KHE oranı arttıkça TFMM ve TFM' nin arttığı, bu durumun keklerdeki KHE oranının artmasına bağlı olarak fenolik içeriğinin artmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. En yüksek TFMM ve TFM

değerlerine % 1.5 KHE ile zenginleştirilmiş kek (B4) örneğinde ulaşılrken en düşük değere KHE içermeyen kontrol keki örneğinde (B1) ulaşılmıştır. Mau ve ark. (2017)' un siyah pirinç tozu ilaveli keklerinde TFMM' nin kontrol grubuna göre anlamlı şekilde yüksek bulunduğunu tespit etmişlerdir. Kamiloglu ve ark. (2017) keke polifenol kaynağı olarak siyah havuç posası ile keklerdeki TFMM değerlerinde anlamlı artışlar yakalayarak kekin besin değerini artırmışlardır.



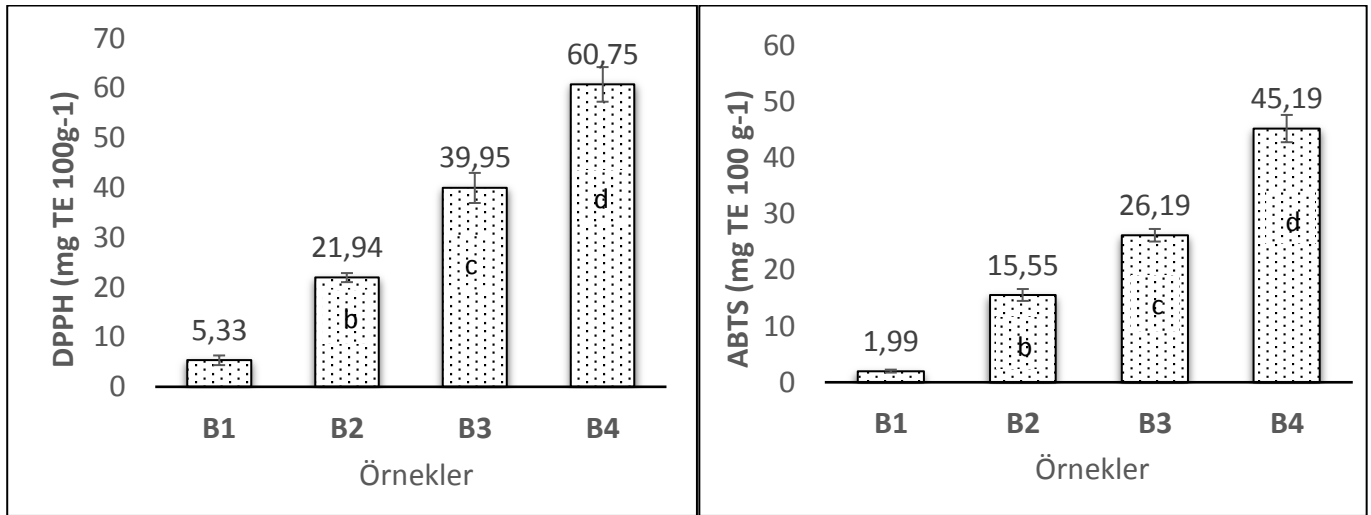
Şekil 1. Keklerin TFMM ve TFM içerikleri
Figure 1. TFMM and TFM contents of cakes

*B1: Kontrol örneği, B2: % 0.5 KHE içeren kek, B3: % 1 KHE içeren kek, B4: % 1.5 KHE içeren kek, GAE: gallik asit eşdeğeri, KE: kateşin eşdeğeri. **Çizelge üzerindeki değerler verilerin ortalama ± standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Aynı satır içerisindeki harfler varyansların homojenliğinin sağlandığı gruplarda Tukey testi, sağlanmadığı gruplarda Dunnett T3 testi sonuçlarını ifade etmekte olup farklı harfler örnek ortalamaları arasında fark olduğunu (p<0.05) belirtmektedir.

Keklerin antioksidan aktiviteleri

Nane yağı izolasyonu sonrası kalan hidrosollerin zenginleştirilen keklerin DPPH ve ABTS antioksidan aktiviteleri üzerindeki etkisini gösteren değerler Şekil 2' de verilmiştir. Keklerdeki fenolik maddenin artması ile orantılı olarak antioksidan aktivite değerlerinin arttığı ve örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). En yüksek antioksidan aktivite değerinin en fazla oranda KHE içeren B4 örneğinde olduğu görülmektedir. Fenolik bileşikler antioksidan aktivite sergilediklerinden dolayı fenolik içeriğinin artışı nedeniyle antioksidan aktivite de artmıştır. Kamiloglu ve ark. (2017) siyah

havuç posasıyla zenginleştirdikleri keklerin ABTS değerlerini zenginleştirilmiş keklerde 143-178 mg TE 100 g⁻¹ olarak belirlerken, DPPH değerlerini 56-153 mg TE 100 g⁻¹ olarak belirlemişler ve hiç posa içermeyen kek grubundan anlamlı şekilde yüksek bulgulara ulaşmışlardır. Mau ve ark. (2017) siyah pirincin keklerin antioksidan aktivitesini büyük ölçüde arttırdığını ve hem toplam fenollerin hem de ekstraktlardaki toplam antosiyaninlerin değerleriyle anlamlı derecede korelasyonlu olduğunu belirlemişlerdir. Elde edilen verilerde, toplam fenollerin zenginleştirilmiş kek numunelerinin antioksidan aktivitesi üzerinde güçlü bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 2. Keklerin antioksidan aktiviteleri

Figure 2. Antioxidant activities of cakes

*B1: Kontrol örneği, B2: % 0.5 KHE içeren kek, B3: % 1 KHE içeren kek, B4: % 1.5 KHE içeren kek. TE: troloks eşdeğeri. **Çizelge üzerindeki değerler verilerin ortalama \pm standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Aynı satır içerisindeki harfler Dunnett T3 testi sonuçlarını ifade etmekte olup farklı harfler örnek ortalamaları arasında fark olduğunu ($p < 0.05$) belirtmektedir.

Keklerin duyuşsal özellikleri

Keklerin duyuşsal kabul edilebilirlikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Keklerdeki KHE içeriğinin artmasıyla duyuşsal özellikler açısından beğenin azaldığı ve örnekler arasında bazı özellikler açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğu ($p < 0.05$) belirlenmiştir. Panelistler kontrol numuneleri ile zenginleştirilen kekler arasındaki farkı hacim ve gözenek homojenliği özellikleri açısından belirleyememiştir ($p > 0.05$). Dolayısıyla, KHE'nin eklenmesinin keklerin kabarmasına olumsuz bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Koku, lezzet, tatlılık, yapı/tekstür, acılık, yumuşaklık ve genel beğeni açısından en beğenilen örneğin kontrol (B1) grubu olduğu belirlenmiştir.

Acılık ve burukluğun hissedilebilirliği keklerdeki KHE miktarının artmasına bağlı olarak giderek artarken, lezzet ve kokunun beğenirliğinin ise giderek azaldığı belirlenmiştir. Bu durumun nane fenoliklerinden ileri gelen acı ve buruk tadın giderek artmasından kaynaklandığı görülmektedir. Zenginleştirilen keklerin tatlılıkları değerlendirildiğinde ise nane fenoliklerinin baskın olmasının tatlılığın algılanabilirliğini düşürdüğü belirlenmiştir. Kabuk rengi ve iç renk olarak kontrol (B1) ve % 0.5 KHE ile zenginleştirilmiş kekin (B2) aynı beğeniye aldığı ve dolayısıyla keklerin renginde KHE oranının % 0.5 düzeyine kadar istenildiği tespit edilmiştir. Buna ek olarak genel beğeni açısından zenginleştirilmiş kekler arasında

(B2, B3, B4) anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Nane fenolikleri kaynaklı buruk ve acı tadın artışı, zenginleştirilmiş keklerin düşük duyuşal skorlar almalarına neden olmuştur. Genel itibariyle en yüksek duyuşal skorları kontrol grubu almış olsada zenginleştirilmiş keklerin

beğeni puanları ortalama değerin üzerinde veya yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Bu duyuşal sonuçlar, zenginleştirilmiş keklerde % 1.5' e varan kuru hidrosol tozu eklenmesinin duyuşal açıdan kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermiştir.

Çizelge 2. Keklerin duyuşal analiz sonuçları

Table 2. Sensory analysis results of cakes

Duyuşal özellikler Sensory properties	Kek örnekleri Cake samples			
	B1	B2	B3	B4
Hacim Volume	6.47±1.73 ^a	6.45±1.81 ^a	6.18±1.91 ^a	6.31±1.97 ^a
Koku Odour	6.81±1.86 ^a	5.99±2.15 ^{ab}	5.72±2.42 ^b	5.76±2.18 ^b
Lezzet Flavor	6.11±2.06 ^a	5.12±2.29 ^{ab}	4.84±2.50 ^{bc}	4.15±2.37 ^c
Tatlılık Sweetness	6.39±2.19 ^a	5.26±2.36 ^b	5.18±2.41 ^b	4.97±2.62 ^b
Yapı/tektür Texture	6.41±1.82 ^a	5.55±2.09 ^{ab}	5.64±2.00 ^{ab}	5.30±2.16 ^b
Acılık Bitterness	8.08±1.57 ^a	6.86±2.26 ^b	5.84±2.64 ^{bc}	5.53±2.85 ^c
Burukluk Sourness	7.34±2.08 ^a	6.58±2.29 ^a	5.36±2.53 ^b	5.23±2.67 ^b
Yumuşaklık Softness	6.39±2.02 ^a	5.22±2.27 ^b	5.31±2.26 ^b	4.73±2.20 ^b
Gözenek homojenliği Pore homogeneity	6.81±1.83 ^a	5.99±1.93 ^a	6.30±2.05 ^a	6.16±2.08 ^a
Kabuk rengi Shell color	7.19±1.70 ^a	6.99±1.79 ^a	6.71±1.72 ^{ab}	6.11±2.09 ^b
İç renk Interior color	7.16±1.94 ^a	6.76±1.74 ^a	6.46±1.80 ^{ab}	5.78±2.00 ^b
Genel beğeni Overall appreciation	6.61±1.96 ^a	5.38±2.19 ^b	5.26±2.21 ^b	4.99±2.25 ^b

*B1: Kontrol örneği, B2: % 0.5 KHE içeren kek, B3: % 1 KHE içeren kek, B4: % 1.5 KHE içeren kek. **Çizelge üzerindeki değerler verilerin ortalama ± standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Aynı satır içerisindeki harfler Kruskal Wallis Testi sonucunda varyansların homojenliğinin sağlandığı gruplarda Tukey testi, sağlanmadığı gruplara ise Dunnett T3 testi sonuçlarını ifade etmekte olup farklı harfler örnek ortalamaları arasında fark olduğunu ($p<0.05$) belirtmektedir.

Sonuçlar

Nane distilasyon yan ürünlerinden birisi olan hidrosoller, bitkilerden uçucu yağ elde edilmesi sonrasında oluşan ikincil ürünlerdir ve içerdiği fenolik bileşikler sayesinde eklendiği çeşitli ürünlere biyoaktif bileşenler kazandırabilirler. Kurutulmuş formda nane hidrosollerinin formülasyonlara dahil edilmesinin antioksidan aktivitede olumlu katkılar sağlayarak ürünlerin işlevsel özelliklerini önemli derecede artırdığı belirlenmiştir. Hidrosollerin kurutulması işlemiyle bu değerli bileşenlerin korunması sağlanarak ürünlerin zenginleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir.

KHE ile formüle edilen ürünlerden % 1.5 KHE içeren ürünlerin kontrol grubu ürünlerinden anlamlı şekilde ($p<0.05$) daha yüksek toplam fenolik ve toplam flavonoid içererek daha iyi antioksidan aktivite sergilemişlerdir. KHE, dondurma ve kek formülasyonlarına dahil edilerek daha fazla biyoaktif bileşenler ve daha etkili antioksidan aktivite sağlayan ürünler elde edilmiştir. Böylece, KHE ile zenginleştirilmiş kek üretilerek başarılı yeni bir formülasyon geliştirilmiştir.

Ekler

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel

Araştırma Projeleri Birimi [proje no: FYL-2017-7037] tarafından desteklenmiştir.

Bu çalışma Serap BERKTAŞ' ın 'Nane (*Mentha piperita* L.) Distilasyonu Sonrası Suda Çözünen Materyalin Geri Kazanımı ve Materyallerin Dondurma ve Kek Üretiminde Kullanımı' adlı yüksek lisans tezinden üretilerek hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Açu, M. (2014). *Fonksiyonel Özellikleri Geliştirilmiş Dondurma Üretimi*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Aliyev, C. (2006). *Kefir ve Yaban Mersininin Dondurmanın Fizikokimyasal, Duyusal ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Alrefaire, S. ve Bostan, K. (2017). Effect Of Clove and Lemongrass Essential Oils as Natural Antioxidants on Cake Shelf Life. *Aydın Gastronomy*, 1(2), 1–15.
- Baltacıoğlu, C. ve Uyar, M. (2017). Kabak (*Cucubita pepo* L.) Tozunun Kek Üretiminde Potansiyel Kullanımı ve Kek Kalite Parametrelerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 15(3), 274–280. doi:10.24323/akademik-gida.345267
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. ve Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 28, 25–30.
- Çam, M., Erdoğan, F., Aslan, D. ve Dinç, M. (2013). Enrichment of Functional Properties of Ice Cream with Pomegranate By-products. *Journal of Food Science*, 78(10), C1543–C1550. doi:10.1111/1750-3841.12258
- D'Amato, S., Serio, A., López, C. C. ve Paparella, A. (2018). Hydrosols: Biological activity and potential as antimicrobials for food applications. *Food Control*, 86, 126–137. doi:10.1016/j.foodcont.2017.10.030
- Drabińska, N., Ciska, E., Szmatołowicz, B. ve Krupa-Kozak, U. (2018). Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes. *Food Chemistry*, 267(February 2017), 170–177. doi:10.1016/j.foodchem.2017.08.119
- Dualı, G. (2010). *Bazı Türk Nane (Mentha L.) Uçucu Yağlarının Biyolojik Aktiviteleri*. Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakognozi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Fleisher, A. ve Fleisher, Z. (1991). Water-Soluble Fractions of The Essential Oils. *Perfumer and Flavorist*, 16, 37-41.
- Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C. M., Pando, V. ve Fernández, E. (2008). Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour blends. *LWT - Food Science and Technology*, 41(9), 1701–1709. doi:10.1016/j.lwt.2007.11.024
- Jeong, K. M., Jin, Y., Yoo, D. E., Han, S. Y., Kim, E. M. ve Lee, J. (2018). One-step sample preparation for convenient examination of volatile monoterpenes and phenolic compounds in peppermint leaves using deep eutectic solvents. *Food Chemistry*, 251, 69–76. doi:10.1016/j.foodchem.2018.01.079
- Kamiloglu, S., Ozkan, G., Isik, H., Horoz, O., Van Camp, J. ve Capanoglu, E. (2017). Black carrot pomace as a source of polyphenols for enhancing the nutritional value of cake: An in vitro digestion study with a standardized static model. *LWT-Food Science and Technology*, 77, 475–481. doi:10.1016/j.lwt.2016.12.002
- Kim, J. H., Lee, H. J., Lee, H. S., Lim, E. J., Imm, J. Y. ve Suh, H. J. (2012). Physical and sensory characteristics of fibre-enriched sponge cakes made with *Opuntia humifusa*. *LWT - Food Science and Technology*, 47(2), 478–484. doi:10.1016/j.lwt.2012.02.011
- Li, Y., Guo, C., Yang, J., Wei, J., Xu, J. ve Cheng, S. (2006). Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. *Food Chemistry*, 96(2), 254–260. doi:10.1016/j.foodchem.2005.02.033
- Lu, T. M., Lee, C. C., Mau, J. L. ve Lin, S. D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chemistry*, 119(3), 1090–1095. doi:10.1016/j.foodchem.2009.08.015
- Mau, J. L., Lee, C. C., Chen, Y. P. ve Lin, S. D. (2017). Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cake prepared with black rice as replacement for wheat flour. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 434–439. doi:10.1016/j.lwt.2016.09.019
- Pasukamonset, P., Kwon, O. ve Adisakwattana, S. (2016). Alginate-based encapsulation of polyphenols from *Clitoria ternatea* petal flower extract enhances stability and biological activity under simulated gastrointestinal conditions. *Food Hydrocolloids*, 61, 772–779. doi:10.1016/j.foodhyd.2016.06.039
- Rajeswara Rao, B. R. (2013). Hydrosols and Water-Soluble Essential Oils: Medicinal and Biological Properties. *Recent Progress in Medicinal Plants. Essential Oils I*, 36(1), 120-140.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3
- Sakiyan, O., Sumnu, G., Sahin, S., Meda, V., Koxsel, H. ve Chang, P. (2011). A Study on Degree of Starch Gelatinization in Cakes Baked in Three Different Ovens. *Food and Bioprocess Technology*, 4(7), 1237–1244. doi:10.1007/s11947-009-0210-2
- Shin, J. H., Choi, D. J. ve Kwon, O. C. (2007). Physical and Sensory Characteristics of Sponge Cakes Added Steamed Garlic and Yuza Powder. *Korean Journal of Food and Nutrition*, 20(4), 392-398.
- Singleton, V. L. ve Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Sinha, R. ve Chattopadhyay, S. (2011). Changes in the leaf proteome profile of *Mentha arvensis* in response to *Alternaria alternata* infection. *Journal of Proteomics*, 74(3), 327–336. doi:10.1016/j.jprot.2010.11.009
- Zhishen, J., Mengcheng, T. ve Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555–559. doi:10.1016/S0308-8146(98)00102-2

Determination of antioxidant migration levels from polyethylene films into legumes

Polietilen filmlerden baklagillere geçen antioksidanların saptanması

Şana SUNGUR^{1*} , Çetin TUNUR¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Science and Letters Faculty, Department of Chemistry, Hatay, Turkey

To cite this article:

Sungur, Ş. & Tunur, Ç. (2020). Determination of antioxidant migration levels from polyethylene films into legumes. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 26-32.

DOI:10.29050/harranziraat.590841

Address for Correspondence:

Şana SUNGUR

e-mail:

sungur@mku.edu.tr

Received Date:

11.07.2019

Accepted Date:

24.02.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ABSTRACT

Polyethylene packaging is a widely used packaging material in a wide range of foods such as bread, pulses, and meat products. These materials, which are produced in the form of small granules, are produced with different techniques depending on their usage area. Methods such as extrusion, blow molding and molding are the most frequently used of these production forms. As a result of some studies, it has been determined that some additives used during the production and called as masterbatch have a contact with food and they pass through food and beverages in this way. In this study, polyethylene samples containing 1000 ppm and 3000 ppm of Irganox 1010 (pentaerythritoltetrakis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl) propionate) and Irganox 1076 (octadecyl 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl) propionate) were prepared. Then, five different legume samples (rice, cracked wheat, corn, white beans, and chickpea) were sandwiched between two circular pieces of polyethylene films, with the contact layer facing the sample. Samples were stored at two different temperatures (4 °C and 25 °C) for 30 days. Migration quantities were determined using GC-MS and comparative evaluations were made. Migration amounts from polyethylene samples containing 1000 ppm Irganox 1010 at 4 °C are between 364-642 ppb, while migration amounts from polyethylene samples containing 1000 ppm Irganox 1010 are between 407 and 682 ppb. In these conditions, the highest migration was 682 ppb from 3000 ppm polyethylene to cracked wheat in 30 days, while the lowest migration was 364 ppb from 1000 ppm polyethylene to white beans in 10 days. Transitions from polyethylene samples containing 1000 ppm Irganox 1010 at 25 °C are in the range of 423 - 827 ppb, and the migration amounts from polyethylene samples of 3000 ppm are in the range of 512 - 848 ppb. In these conditions, the highest migration was 848 ppb from 3000 ppm polyethylene to cracked wheat in 30 days, while the lowest migration was 423 ppb from 1000 ppm polyethylene to white beans in 10 days.

Key Words: Polyethylene packaging, Irganox 1010, Irganox 1076, Migration, Legume.

ÖZ

Polietilen paketleme, ekmek, bakliyat ve et ürünleri gibi çok çeşitli gıdalarda yaygın olarak kullanılan bir ambalaj malzemesidir. Küçük granül formunda üretilen bu malzemeler kullanım alanlarına bağlı olarak farklı tekniklerle üretilmektedir. Ekstrüzyon, şişirmeli kalıplama ve kalıplama gibi yöntemler bu üretim formlarında en sık kullanılanlardır. Bazı çalışmalar sonucunda, üretim sırasında kullanılan ve "masterbatch" olarak adlandırılan bazı katkı maddelerinin gıda ile temas ettiği ve bu şekilde yiyecek ve içeceklere geçtikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada, 1000 ppm ve 3000 ppm Irganoks 1010 ve Irganoks 1076 içeren polietilen örnekler hazırlandı. Daha sonra, beş farklı baklagil numunesi (pirinç, bulgur, mısır, kuru fasulye ve nohut) iki dairesel polietilen film parçası arasına yerleştirildi. Örnekler 30 gün boyunca farklı iki sıcaklıkta (4 °C ve 25 °C) depolandı. Migrasyon miktarları GC-MS aracılığıyla belirlendi ve birbirleriyle karşılaştırıldı. Elde edilen sonuçlara göre Irganox 1010'un 4 °C'de 1000 ppm'lik polietilen numunelerinden gerçekleşen migrasyon miktarları 364-642 ppb, 3000 ppm'lik polietilen numunelerinde gerçekleşen migrasyon miktarları ise 407-682 ppb

şeklinde. Bu koşullarda en yüksek migrasyon 682 ppb ile 30 günlük sürede 3000 ppm'lik polietilenden bulgura doğru olan migrasyondur. Irganox 1010'un 25 °C'de 1000 ppm'lik polietilen numunelerinden gerçekleşen geçişler ise 423-827 ppb aralığında olup, 3000 ppm'lik polietilen numunelerinden gerçekleşen migrasyon miktarları ise 512-848 ppb aralığındadır. Bu koşullarda en yüksek migrasyon 848 ppb ile 30 günlük sürede 3000 ppm'lik polietilenden bulgura doğru olan migrasyon iken, en düşük migrasyon ise 423 ppb ile 10 günlük sürede 1000 ppm'lik polietilenden kuru fasulyeye doğru olan migrasyondur.

Anahtar Kelimeler: Polietilen paketlenme, Irganoks 1010, Irganoks 1076, Migrasyon, Baklagil

Introduction

Plastic is a material consisting of any of synthetic or semi-synthetic organic compounds that can be molded into soft and solid objects. Plastic materials have become the most important commercial materials today because they are light, inexpensive, and easy to process and have many different uses. Because of these properties, it is frequently used in food packaging.

Polyolefins, together with the two most popular types, polypropylene and polyethylene, are the largest thermoplastic group since they can be used in a wide variety of applications. Polyolefins are polymers which consist of simple olefins such as ethylene, propylene, butene, isoprene or pentene, and copolymers thereof. Easy process ability, low cost, good chemical and physical properties make them the best choice for a wide range of plastic applications (Peacock, 2000). Antioxidants are used to increase the resistance of polyolefin containing materials to high temperature and UV light. When polyolefins are used in food packaging, these compounds or their degradation products may be transferred from plastics to foodstuffs during processing or storage. This situation may pose a risk to human health. Al-Malaika reviewed the effect of some of the parameters on the leaching of antioxidants in the human environment. Migration of antioxidants from packaging material to food product is determined by the interaction of a number of physical and chemical parameters, including the nature of the polymer and the food product; the molecular weight, volatility, and solubility of the antioxidant; temperature, light, irradiation and duration of contact with the food product. It provides important information about

determination of antioxidant contents of polyolefinic materials, their potential migration and plastic quality measurements (Al-Malaika, 2004).

The most commonly used antioxidants to ensure long-term thermal stability of polyolefins are Irganox 1010 (pentaerythritoltetrakis(3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl) propionate) and Irganox 1076 (octadecyl 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl) propionate). U.S. Food and Drug Administration (U.S. FDA) has set the tolerable daily intakes of Irganox 1010 and Irganox 1076 at 0.115 mg/kg body weight/day (U.S. FDA, 2015). The specific migration limit for Irganox 1010 and Irganox 1076 in food or food simulant was set at 6 mg/kg food by the EU Commission (European Commission, 2003).

In the literature, there are many studies on the migration of antioxidants from polyolefinic materials into the various foods (Marcato et al., 2003; Burman et al., 2005; Dopico – Garcia et al., 2007; Galotto et al., 2011; Reinas et al., 2012; Karaca and Taşdemir, 2014; Coltro et al., 2014; McCombie et al., 2016; Vera et al., 2018). In these studies, commercial packaging materials were used to examine migration of the antioxidants. Cereals and legumes are widely consumed foods that help to sustain two - thirds of the worlds' population. Legumes are sold in polyethylene packaging. There is no study on the determination of antioxidant migration levels from polyethylene films into legumes in the literature.

In this study, migration levels of Irganox 1010 and Irganox 1076 from polyethylene packages into legumes such as rice, cracked wheat, corn, white beans, chickpea at two different temperatures (4 °C and 25 °C) and different storage times (10, 20, 30 days) were determined.

Materials and Methods

Reagents and Standards

The studied migrants Irganox 1010 and Irganox 1076 were supplied from BASF Co. (Charlotte, USA). All chemicals were obtained from Merck (Darmstadt, Germany). All chemicals used were of analytical reagent grade and were at least 99.5% pure.

Preparation of Masterbatch Forms

The antioxidants in fine powder form were homogeneously mixed with pure granular low density polyethylene, then melted and re-granulated. Masterbatch production machine is used for this. It is a GS- mach GSD-150 model single-screw extruder with a screw diameter of 25 mm and length of 40 L/D. Masterbatches are prepared to be 10% antioxidant + 90% polyethylene (w/w).

Masterbatch and Polyethylene Granule Filling

The masterbatch produced in granule form and the pure low density polyethylene (H2-8 code product) raw material from PETKİM were filmed in the extrusion machine as a single layer pipe with a thickness of 60 μm and a width of 30 cm. Fong Kee single-screw extruder (L=400 mm and L/D=20) was used. The screw speed was 90 rpm at the constant temperature profile of 190 $^{\circ}\text{C}$. The blow up ratio and draw down ratio were 2.5

and 23, respectively. Corona treatment has not been applied to the product since it is not necessary. Polyethylene films containing 1000 ppm and 3000 ppm of Irganox 1010 and Irganox 1076 were prepared according to the information provided in the European Union practical guide for plastic packaging (European Commission, 2003). Polyethylene films are shown in Fig.1.



Figure 1. Polyethylene films

Şekil 1. Polietilen filmler

Migration Tests

Legume samples were sandwiched between two circular pieces of plastic, with a total surface area of 0.565 dm^2 (2 discs of 0.283 dm^2 each). Then, these sets were placed in 6 cm diameter petri dishes and stored at two different temperatures (4 $^{\circ}\text{C}$ and 25 $^{\circ}\text{C}$) for 30 days according to the standard migration conditions of the US FDA (US FDA, 2015). The system used is shown schematically in Fig. 2.

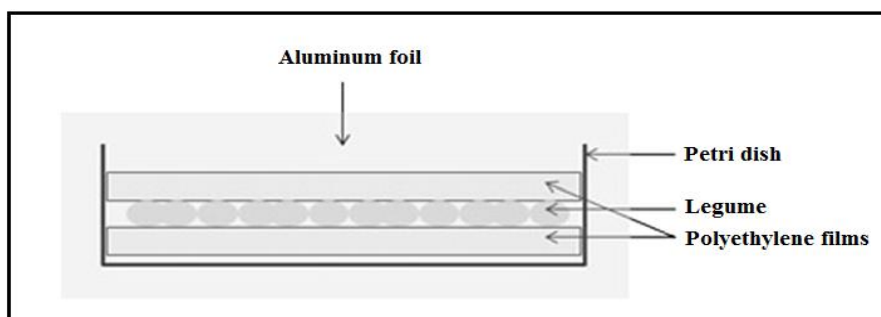


Figure 2. Migration cell

Şekil 2. Migrasyon hücresi

Quantification of Migrant in the Legumes

The migrants from the legumes were extracted with 5 ml isoctane for 2 h. The legume samples were shaken in a vortex every 20 min to enhance

extraction. Solid phase was separated by centrifugation at 4500 rpm for 5 min. Quantification was carried out using a Shimadzu QP2010-Ultra model gas chromatography – mass

spectrometer. Calibration curves with 5 standards up to 1400 ng ml⁻¹ for Irganox 1076 (correlation coefficient 0.9985) and Irganox 1010 (correlation coefficient 0.9999). The limits of detection were determined to be 40 ng ml⁻¹ for Irganox 1076 and 20 ng ml⁻¹ for Irganox 1010. Carbowax 20 M (30 m x 0.25 mm; 0.25 µm) column was used. The oven was held at an initial temperature of 50 °C for 5 min, then increased to 200 °C at the rate of 10 °C per minute, the end temperature of 200 °C held for 20 minute. All analyses were repeated three times for each sample.

Results and Discussion

The amounts of migrants passing to the legumes contacted at 25 °C and 4 °C for 10 days, 20 days and 30 days with PE samples prepared to contain 1000 ppm and 3000 ppm from Irganox 1076 are given in Table 1 and Table 2, respectively. It is observed that the migration levels of Irganox 1076 into legumes increased

with increasing antioxidant content of polyethylene packages and storage time. It is thought that as the contact time increases, the migration value approaches towards an equilibrium value.

Irganox 1076 concentrations were found ranging from 350.83 – 1702.20 µg kg⁻¹ and 222.34 – 1108.48 µg kg⁻¹ in the legume samples during 30 days of storage at 25 °C and 4 °C, respectively. The highest Irganox 1076 concentrations were determined in rice and cracked wheat, while the lowest Irganox 1076 concentration was determined in chickpea. These results are consistent with the contact time, the concentration of the migrant in the polyethylene and the size of the contact surface with the pulses. It is seen that the migration in all the legumes kept at 4 °C is lower than those kept at 25 °C. Migration of Irganox 1076 to legumes stored at 4 °C for 30 days was found to be 25-40 % less than those stored at 25 °C.

Table 1. Migration data depending on storage time at 25 °C for Irganox 1076

Çizelge 1. Irganoks 1076 için 25 °C'de depolama süresine bağlı migrasyon verileri

Legumes <i>Bakliyat</i>	Amount of Irganox 1076 <i>Irganoks 1076 Miktarı</i> (mg kg ⁻¹)	The amount of migrants passing to the legumes <i>Bakliyalara geçen migrant miktarı</i> (µg kg ⁻¹)		
		Tenth day <i>10.gün</i>	Twentieth day <i>20.gün</i>	Thirtieth day <i>30.gün</i>
Rice <i>Pirinç</i>	1000	1405.52 ± 1.0	1498.32 ± 1.0	1548.16 ± 1.0
Rice <i>Pirinç</i>	3000	1523.80 ± 1.0	1644.83 ± 1.0	1702.20 ± 1.0
Cracked wheat <i>Bulgur</i>	1000	808.26 ± 0.7	902.12 ± 0.7	953.30 ± 0.8
Cracked wheat <i>Bulgur</i>	3000	939.09 ± 0.9	1068.20 ± 1.0	1125.60 ± 1.0
Corn <i>Mısır</i>	1000	652.75 ± 0.6	778.52 ± 0.6	833.14 ± 0.7
Corn <i>Mısır</i>	3000	701.56 ± 0.6	824.16 ± 0.7	886.98 ± 0.7
White beans <i>Kuru fasulye</i>	1000	587.16 ± 0.6	698.16 ± 0.6	748.32 ± 0.6
White beans <i>Kuru fasulye</i>	3000	690.30 ± 0.6	801.24 ± 0.7	856.13 ± 0.7
Chickpea <i>Nohut</i>	1000	350.83 ± 0.5	467.63 ± 0.5	507.51 ± 0.5
Chickpea <i>Nohut</i>	3000	371.72 ± 0.5	498.32 ± 0.5	549.85 ± 0.5

Table 2. Migration data depending on storage time at 4 °C for Irganox 1076

Çizelge 2. Irganoks 1076 için 4 °C'de depolama süresine bağlı migrasyon verileri

Legumes Bakliyat	Amount of Irganox 1076 Irganoks 1076 Miktarı (mg kg ⁻¹)	The amount of migrants passing to the legumes Irganoks 1076 Miktarı (µg kg ⁻¹)		
		Tenth day 10.gün	Twentieth day 20.gün	Thirtieth day 30.gün
Rice Pirinç	1000	802.50 ± 0.7	890.48 ± 0.7	942.26 ± 0.8
Rice Pirinç	3000	933.00 ± 0.8	1052.24 ± 1.0	1108.48 ± 1.0
Cracked wheat Bulgur	1000	569.18 ± 0.6	659.54 ± 0.6	710.44 ± 0.6
Cracked wheat Bulgur	3000	700.98 ± 0.8	826.52 ± 0.7	888.32 ± 0.7
Corn Mısır	1000	514.36 ± 0.5	603.56 ± 0.6	652.16 ± 0.6
Corn Mısır	3000	568.44 ± 0.5	658.80 ± 0.6	710.50 ± 0.6
White beans Kuru fasulye	1000	426.19 ± 0.5	513.46 ± 0.5	561.85 ± 0.5
White beans Kuru fasulye	3000	548.25 ± 0.5	638.66 ± 0.6	689.60 ± 0.6
Chickpea Nohut	1000	222.34 ± 0.3	312.52 ± 0.5	363.48 ± 0.5
Chickpea Nohut	3000	256.48 ± 0.3	344.15 ± 0.5	395.72 ± 0.5

Table 3. Migration data depending on storage time at 25 °C for Irganox 1010

Çizelge 3. Irganoks 1010 için 25 °C'de depolama süresine bağlı migrasyon verileri

Legumes Bakliyat	Amount of Irganox 1010 Irganox 1010 Miktarı (mg kg ⁻¹)	The amount of migrants passing to the legumes Bakliyalara Geçen Migrant Miktarı (µg kg ⁻¹)		
		Tenth day 10.gün	Twentieth day 20.gün	Thirtieth day 30.gün
Rice Pirinç	1000	518.70 ± 0.5	642.62 ± 0.6	693.44 ± 0.6
Rice Pirinç	3000	647.64 ± 0.6	758.22 ± 0.6	800.50 ± 0.7
Cracked wheat Bulgur	1000	656.14 ± 0.6	782.15 ± 0.6	827.58 ± 0.7
Cracked wheat Bulgur	3000	680.11 ± 0.6	800.30 ± 0.7	848.12 ± 0.7
Corn Mısır	1000	470.49 ± 0.5	590.35 ± 0.6	632.14 ± 0.6
Corn Mısır	3000	556.32 ± 0.5	670.20 ± 0.6	710.22 ± 0.6
White beans Kuru fasulye	1000	423.67 ± 0.5	544.20 ± 0.5	608.12 ± 0.6
White beans Kuru fasulye	3000	512.20 ± 0.5	640.12 ± 0.6	700.26 ± 0.6
Chickpea Nohut	1000	485.37 ± 0.5	600.18 ± 0.6	642.30 ± 0.6
Chickpea Nohut	3000	560.82 ± 0.5	668.42 ± 0.6	712.10 ± 0.6

The amounts of migrants passing to the legumes contacted at 25 ° C and 4 °C for 10 days, 20 days and 30 days with PE samples prepared to contain 1000 ppm and 3000 ppm from Irganox 1010 are given in Table 3 and Table 4,

respectively. Irganox 1010 concentrations were found ranging from 423.67 – 848.12 µg kg⁻¹ in the legume samples during 30 days of storage at 25 °C. The highest Irganox 1010 concentration was determined in cracked wheat, while the lowest

Irganox 1010 concentration was determined in white beans. Irganox 1010 concentrations were found ranging from 364.58 – 682.20 $\mu\text{g kg}^{-1}$ in the legume samples during 30 days of storage at 4 °C. Similarly, the highest Irganox 1010 concentration was determined in cracked wheat, while the

lowest Irganox 1010 concentration was determined in white beans. Migration of Irganox 1010 to legumes stored at 4 °C for 30 days was found to be 15-25 % less than those stored at 25 °C.

Table 4. Migration data depending on storage time at 4 °C for Irganox 1010

Çizelge 4. Irganoks 1010 için 4 °C'de depolama süresine bağlı migrasyon verileri

Legumes <i>Bakliyat</i>	Amount of Irganox 1010 <i>Irganox 1010 Miktarı</i> (mg kg^{-1})	The amount of migrants passing to the legumes <i>Bakliyalara Geçen Migrant Miktarı</i> ($\mu\text{g kg}^{-1}$)		
		Tenth day <i>10.gün</i>	Twentieth day <i>20.gün</i>	Thirtieth day <i>30.gün</i>
Rice <i>Pirinç</i>	1000	386.12 ± 0.5	477.22 ± 0.5	526.44 ± 0.5
Rice <i>Pirinç</i>	3000	494.36 ± 0.5	582.14 ± 0.5	630.25 ± 0.6
Cracked wheat <i>Bulgur</i>	1000	502.18 ± 0.5	592.46 ± 0.6	642.50 ± 0.6
Cracked wheat <i>Bulgur</i>	3000	544.80 ± 0.5	634.35 ± 0.6	682.20 ± 0.6
Corn <i>Mısır</i>	1000	395.42 ± 0.5	485.50 ± 0.5	535.62 ± 0.5
Corn <i>Mısır</i>	3000	442.15 ± 0.5	535.17 ± 0.5	583.28 ± 0.5
White beans <i>Kuru fasulye</i>	1000	364.58 ± 0.5	454.42 ± 0.5	491.96 ± 0.5
White beans <i>Kuru fasulye</i>	3000	407.18 ± 0.5	498.30 ± 0.5	549.27 ± 0.5
Chickpea <i>Nohut</i>	1000	398.22 ± 0.5	487.85 ± 0.5	536.40 ± 0.5
Chickpea <i>Nohut</i>	3000	461.46 ± 0.5	542.13 ± 0.5	593.58 ± 0.5

Many factors need to be controlled to ensure that food is delivered to the consumer in a healthy manner. These factors start with the production process of food and continue with packaging and sales. One of the most important factors is packaging. Although packaging materials are compatible with food and are not intended to interact with food, it is also known that there is no practically inert packaging. In this case, the most important criterion is the physical contact and chemical interactions between foods and packaging material.

Irganox 1010 and Irganox 1076 are the most widely used additives in polyethylene packages. Although there are some studies on the migration of these additives in the literature (Chang et al., 2019; Dopico – Garcia et al., 2003; Dopico – Garcia et al., 2007; Galotto et al., 2011; Beldi et al., 2012), there is no study on the migration

from polyethylene packages containing controlled amounts of additives into the foods.

Conclusion

In this study, the controlled forms and contents of the polyethylene packages containing Irganox 1010 and Irganox 1076 were contacted with solid legumes at different temperatures and times and the migration amounts were measured. Migration levels of both Irganox 1076 and Irganox 1010 into legumes increased with increasing antioxidant content of polyethylene packages and storage time. Furthermore, it has been determined that migrations occurring in refrigerated samples are less than samples stored at room temperature. Thus, temperature has similar impact on the migration of both Irganox

1076 and Irganox 1010 when migrating into the same matrix.

Specific migration levels were established at 6 mg/kg for Irganox 1076 and Irganox 1010 by European legislation. The determined concentrations of Irganox 1076 and Irganox 1010 did not exceed its specific migration limit. As a result, we can say that these antioxidants are not a risk factor for human health at the present time.

Acknowledgements

This research (14301) was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Hatay Mustafa Kemal University. The authors would like to thank the Scientific Research Projects Coordination Unit of Hatay Mustafa Kemal University for financial support.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Ethical approval: For this type of study formal consent is not required.

References

- Al-Malaika, S. (2004). Perspectives in Stabilization of Polyolefins. *Advances in Polymer Science*, 169, 121-150.
- Beldi, G., Pastorelli, S., Franchini, F., Simoneau, C. (2012). Time and Temperature Dependant Migration Studies of Irganox 1076 from Plastics into Foods and Food Simulants. *Food Additives and Contaminants*, 29(5), 836-845.
- Burman, L., Albertsson, A. C., & Hoglund, A. (2005). Solid-Phase Microextraction for Qualitative and Quantitative Determination of Migrated Degradation Products of Antioxidants in an Organic Aqueous Solution. *Journal of Chromatography A*, 1080, 107-116.
- Chang, Y., Kang, K., Park, S. J., Choi, J. C., & Kim, M. (2019). Experimental and Theoretical Study of Polypropylene:Antioxidant Migration with Different Food Simulants and Temperatures. *Journal of Food Engineering*, 244, 142-149.
- Coltro, L., Pitta, J. B., Da Costa, P. A., Perez, M. A. F., De Araújo, V. A., & Rodrigues, R. (2014). Migration of Conventional and New Plasticizers from PVC Films into Food Simulants: A Comparative Study. *Food Control*, 44, 118-129.
- Dopico - Garcia, M. S., Lopez - Vilarino, J. M., Gonzales - Rodriguez, M. V. (2003). Determination of Antioxidant Migrations Levels from Low Density Polyethylene Films into Food Simulants. *Journal of Chromatography A*, 1018 (1), 53-62.
- Dopico - Garcia, M. S., Lopez - Vilarino, J. M., & Gonzalez - Rodriguez, M. V. (2007). Antioxidant Content of and Migration from Commercial Polyethylene, Polypropylene, and Polyvinyl Chloride Packages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 3225-3231.
- European (EU) Commission. (2003). A Practical Guide for Users of European Directives. SANCO D3 / LR D. https://www.esac.pt/noronha/manuais/practical_guide_en_sanco_d3_lrd_0_4%202003.pdf.
- Galotto, M. J., Torres, A., Guarda, A., Moraga, N., Romero, J. (2011). Experimental and Theoretical Study of LDPE Versus Different Concentrations of Irganox 1076 and Different Thickness. *Food Research International*, 44, 566-574.
- Karaca, G., & Taşdemir, Y. (2014). Migration of PAHs in Food Industry Sludge to the Air During Removal by UV and TiO₂. *Science of the Total Environment*, 488-489, 356-361.
- Marcato, B., Guerra, S., Vianello, M., & Scalia, S. (2003). Migration of Antioxidant Additives from Various Polyolefinic Plastics into Oleaginous Vehicles. *International Journal of Pharmaceutics*, 257, 217-225.
- McCombie, G., Hotzer, K., Daniel, J., Biedermann, M., Eicher, A., & Grob, K. (2016). Compliance Work for Polyolefins in Food Contact: Results of an Official Control Campaign, *Food Control*, 59, 793-800.
- Peacock, A.J. (2000). Handbook of Polyethylene, Marcel Dekker, New York.
- Reinas, I., Oliveira, J., Pereira, J., Machado, F., & Poças, M. F. (2012). Migration of Two Antioxidants from Packaging into a Solid Food and into Tenax. *Food Control*, 28, 333-337.
- US FDA, 2015. Guidance for industry: preparation of premarket submissions for food contact substances: Chemistry recommendations. Available from: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/IngredientsAdditivesGRASPackaging/ucm081818.htm>.
- Vera, P., Canellas, E., & Nerin, C. (2018). Identification of Non Volatile Migrant Compounds and NIAS in Polypropylene Films Used as Food Packaging Characterized by UPLC-MS/QTOF. *Talanta*, 188, 750-762.



Şanlıurfa ili buğday ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi

Determination of weed species and their frequency and density in wheat cultivation areas of Şanlıurfa province, Turkey

Erdal ATEŞ^{1*} , İlhan Üremiş² 

¹Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Diyarbakır

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay

To cite this article:

Ateş, E. & Üremiş, İ. (2020). Şanlıurfa ili buğday ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 33-43.

DOI: 10.29050/harranziraat.612049

Address for Correspondence:

Erdal ATEŞ

e-mail:

erdal.ates@tarimorman.gov.tr

Received Date:

27.08.2019

Accepted Date:

24.02.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Şanlıurfa ili buğday ekim alanlarında bulunan yabancı otların tespit çalışmaları 2015 ve 2016 yıllarında 10 ilçede toplam 250 tarlada yürütülmüştür. Tespit edilen yabancı ot türlerinin yaygınlıkları, yoğunlukları, özel ve genel kaplama alanları hesaplanmıştır. Yapılan sürvey çalışmaları sonucunda; 27 familyaya ait 101 cins ve 121 yabancı ot türü belirlenmiştir. Şanlıurfa'da yapılan çalışmalar sonucunda tüm ilçelerde *Avena sterilis* L., *Sinapis arvensis* L.'in rastlama sıklığı %50'den fazla bulunmuştur. Şanlıurfa il genelinde rastlama sıklığı %20 ve yoğunluğu 1 bitki/m²'den fazla olan türler sırasıyla; *Avena sterilis* (11.51 bitki/m²), *Lolium* spp. L., (4.96 bitki/m²), *Sinapis arvensis* (3.26 bitki/m²), *Hordeum spontaneum* L., (3.21 bitki/m²), *Galium tricornutum* (3.05 bitki/m²), *Convolvulus arvensis* (2.93 bitki/m²) ve *Papaver* spp. (1.33 bitki/m²)'dir.

Anahtar Kelimeler: Şanlıurfa, Buğday, Yabancı ot, Sürvey, Yaygınlık ve yoğunluk

ABSTRACT

During 2015 and 2016 growing seasons, determination of weed species were performed in wheat cultivation areas of Şanlıurfa province, was carried out in a total of 250 fields in 10 districts. The prevalence, density, specific and general coverage area of identified weed species were calculated. Based on the survey analysis in the wheat fields, 121 weed species belonging to 101 genus of 27 families were determined in Şanlıurfa province. The density of the species which are incidence frequency 20 %and having more than one plant for per square meter are respectively; *Avena sterilis* L.(11.51 plants/m²), *Lolium* spp. (4.96 plants/m²), *Sinapis arvensis* (3.26 plants/m²), *Hordeum spontaneum* (3.21 plants/m²), *Galium tricornutum* (3.05 plants/m²), *Convolvulus arvensis* (2.93 plants/m²), *Papaver* spp. (1.33 plants/m²).

Key Words: Şanlıurfa, Wheat, Weeds, Survey, Frequency

Giriş

İnsan beslenmesinde önemli bir besin maddesi olan ve tarım tarihinin akışında güncelliğini her zaman koruyan buğday; ekmek yapımına uygun ve rakipsiz olması, tarımının kolay ve tamamen mekanizasyona uygunluğu, yetiştirici hatalarını ve olumsuz koşulları belli oranda telafi edebilmesi,

pazarlama, taşıma, depolama ve işleme kolaylıklarına sahip olması buğday tarımını teşvik etmektedir. Bunlardan dolayı buğday sıradan bir bitki olmak yerine, geçmişte ve zamanımızda olduğu gibi, gelecekte de stratejik bir bitki olma özelliğini koruyacağı beklenmektedir (Akkaya, 1994; Kün, 1996; Arısoy ve Oğuz, 2005; Acıbuca, 2010).

Dünya genelinde buğday üretim alanı ve üretim miktarı açısından 124 ülkede toplam 242 182 340 hektar alanda 832 888 498 ton buğday üretimi gerçekleştirilmiştir. Ükelere göre, buğday ekim alanları açısından yapılan değerlendirmede Hindistan 29 650 000 ha alan ile ilk sırayı alırken Türkiye 7 936 790 ha üretim alanıyla 10. sırada yer almaktadır. Üretim miktarı açısından 121 930 527 ton buğday üretimiyle Çin'in ilk sırada olduğu listede Türkiye 12. sıradadır (Anonymous, 2016). Türkiye'de TÜİK verilerine göre 22 186 681 ton buğday üretimi yapılmış olup bu miktarın sadece 3 633 912 tonu Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden karşılanmaktadır. Ülkemiz buğday üretiminde Konya (2.045.298 ton), Ankara (1.205.676 ton) ve Diyarbakır (1.151.524 ton)'dan sonra 4. sırada yer alan Şanlıurfa 267 373 ha buğday ekim alanına sahip olup bu alandan 759 669 ton buğday üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2016).

Buğday bitkisinin suyuna ve besinine ortak olup kültür bitkisiyle rekabete giren yabancı otların neden olduğu verim kaybı %20-40 civarındadır (Zimdahl, 2018). Yabancı otlar verimi yaklaşık %30 oranında düşürmekle beraber kaliteyi de olumsuz etkilemektedirler (Günçan, 2016). Özellikle buğday tohumlarına karışan yabancı ot tohumları tohumluk kalitesini düşürmekte, başka alanlara yabancı ot tohumlarının bulaşmasına neden olmakta, zehirli yabancı ot tohumları hem insan hem de hayvan sağlığını tehdit etmektedir (Direk ve Gül, 2003; Bozkurt, 2018). Ayrıca yabancı otlar buğday yetiştiriciliğinde sorun olduğu gibi buğdayın işlenmesinde de ciddi sorun teşkil etmektedir. Özellikle gıda sanayisinde buğdayın öğütülmesi aşamasında ürünle bulaşık yabancı ot tohumları değirmenin valslerine zarar vermekle birlikte unun ve irmiğin rengini, bileşimini olumsuz etkileyerek üretim bandında fiziksel ve kimyasal kalite özelliklerini yitirmesine, dolayısıyla işlenmiş buğdaydan üretilen ürünün yurtiçinde ve yurtdışında rekabet gücünün ve pazar değerinin düşmesine neden olmaktadır (Özer ve ark., 1998; Bozkan, 2013).

Ülkemizde buğday alanlarında farklı bölgelerde ve farklı zamanlarda Kuntay (1944), Bilgir (1965), Uygur (1985), Taştan ve Erciş (1991), Mennan

(1993), Zel (1994), Sırma ve Günçan (1997), Tepe (1997), Kaya ve Zengin (2000), Tursun (2002), Üstüner ve Altın (2003), Gökalp ve Üremiş (2015), Gürsu ve Kara (2016) tarafından çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Söz konusu çalışmalar Akdeniz, Doğu Anadolu, Ege, Güneydoğu Anadolu, İç Anadolu, Karadeniz ve Marmara Bölgesi buğday ekim alanlarında yabancı otların yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaları içermektedir. Bu çalışmalarda geniş yapraklı yabancı otlar arasında genel olarak; *Convolvulus arvensis*, *Galium* spp., *Polygonum* spp., *Sinapis arvensis*, *Vicia* spp.; dar yapraklı yabancı otlar arasında ise *Alopecurus myosuroides*, *Avena* spp., *Phalaris* spp., *Lolium* spp.'nin yaygın ve yoğun olduğu bildirilmiştir.

Buğdayın üretiminde ve işlenmesinde yabancı otlardan kaynaklanan sorunların asgari düzeyde tutulması için; buğday ekim alanlarında etkili mücadele programlarının uygulanması gerekmektedir. Uygulanacak yöntemlerde başarı sağlanması buğday alanlarında yoğun görülen yabancı ot türlerinin saptanmasıyla doğrudan ilişkilidir. Belirlenen türlerin yaprak formu, yaşam süresi, çimlenme koşulları ve çoğalma şekli gibi özelliklerinin bilinmesi söz konusu türlere karşı mücadelenin yöntemini belirlemede önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, küresel iklim değişikliği, tarım alanlarında kullanılan alet - ekipman ve kimyasalların yaygınlaşması, modern sulama sistemleriyle suya erişim imkanlarının iyileştirilmesi, gelişen ulaşım ağları ve çeşitliliği, kültür bitkilerinde geliştirilen yeni çeşitler; yabancı otların davranışlarını, topluluk oluşturma durumlarını ve yayılma hızlarını etkilemektedir (Karaca, 2010). Dolayısıyla ülkemiz için büyük öneme sahip buğday tarımında, yabancı otlardan kaynaklanan verim kayıplarını ve üretim maliyetlerini asgari düzeyde tutmak için hazırlanacak mücadele programlarına temel oluşturmak için belirli aralıklarla survey çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Gökalp ve Üremiş, 2015). Bu nedenle buğday alanlarında bulunan yabancı ot türleri, yaygınlık ve yoğunlukları saptanmalı, sorun oluşturan türlerin popülasyon dalgalanmaları ve bu popülasyona

dahil olan yeni türlerin durumları periyodik olarak takip edilmelidir. Bu beklentiler doğrultusunda yapılan bu çalışmada Şanlıurfa ili buğday alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin yaygınlıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın ana materyalini buğday tarlalarındaki yabancı otlar ve bunların ölçümünde kullanılan ahşap çerçeveler oluşturmaktadır. Çalışmanın yapıldığı Şanlıurfa ili Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Orta Fırat Bölümü'nde yer almakta olup, Güneydoğu Torosların orta kısmının güney etekleri üzerinde olup $37^{\circ} 49' 12''$ - $40^{\circ} 10' 00''$ doğu meridyeni ile $36^{\circ} 41'$ - $37^{\circ} 57'$ kuzey paralelinde bulunmaktadır. Şanlıurfa'da karasal iklim özelliği ağır basmaktadır. Yazları çok kurak ve sıcak, kışları yağışlı, nispeten ılık geçmektedir. Karlı ve donlu gün sayısı oldukça azdır (Anonim, 2012).

Yabancı otların tür, yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesiyle ilgili sürvey çalışmalarının yürütüldüğü buğday ekim alanları Tarım ve Orman Bakanlığı Şanlıurfa İl Müdürlüğünden alınan bilgiler doğrultusunda belirlenmiştir. Örnekleme sayısının belirlenmesinde her bir ilçe için toplam ekiliş alanı üzerinden "tartılı ortalama yöntemi" (Bora ve Karaca, 1970) kullanılarak hesaplanmış olup 5'in altında kalan tarla örneklemeleri 5'e tamamlanmıştır. Sürvey çalışmaları Şanlıurfa ilinde 2015-2016 yıllarının Mart, Nisan, Mayıs, Haziran aylarında yürütülmüştür. Verilerin değerlendirilmesinde ilçe merkezleri başlangıç alınarak diğer ilçelere doğru gidilerek her 10 km'de bir durularak en yakın buğday tarlasına tesadüfi olarak girilmiştir. Sürvey çalışmaları Akçakale, Bozova, Ceylanpınar, Eyyübiye, Haliliye, Harran, Hilvan, Karaköprü, Siverek ve Viranşehir ilçelerine ait toplam 250 tarlada yürütülmüştür. Örnekleme yapılan alanlarda çerçeve atımına tarla kenarından 5-10 metre içerden başlanmış olup

buğday tarlasında 1 da'lık alan dikkate alınarak ve her tarlada rastlantısal olarak dört defa 1 m^2 'lik çerçeve atılarak çerçeveye giren yabancı otların türleri ve yoğunlukları (bitki/m^2) kaydedilmiştir (Orel, 1996). Ayrıca çerçeveye giren her bir türün kaplama alanları hesaplanarak kaydedilmiştir. Bitki örneklerinin tanısında Davis (1965-1988)'den yararlanılmıştır. Yabancı otların isimlendirilmeleri Uluğ ve ark. (1993)'e göre yapılmıştır. Rastlama sıklıklarının belirlenmesinde aritmetik yüzde esas alınarak hesaplama yapılmıştır (Uygur, 1985). Hesaplanan yabancı ot yaygınlıklarının değerlendirilmesinde ise Pamukoğlu (2011)'nden uyarlanan skala kullanılmıştır. Buna göre,

ÇR : Çok yaygın $> \%50.0$;

YR : Yaygın $\%25.0 - \%49.9$;

ÖR : Önemli $\%10.0 - \%24.9$;

NR : Nadir <9.9 olarak sınıflandırılmıştır.

Yabancı otların yoğunluklarının belirlenmesinde de aritmetik ortalama esas alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bir tarlada her bir yabancı ot için yapılan sayımlar sonucu elde edilen değer o tarlada sayım yapılan toplam alana bölünerek yabancı ot yoğunluğu (bitki/m^2) bulunmuştur (Üstüner ve Güncan, 2002). Hesaplanan yabancı ot yoğunluklarının değerlendirilmesinde ise Pamukoğlu (2011)'dan uyarlanan skala ile ifade edilmiştir. Buna göre;

A: $>3.00 \text{ bitki}/\text{m}^2$

B: $2.00-2.99 \text{ bitki}/\text{m}^2$

C: $1.00-1.99 \text{ bitki}/\text{m}^2$

D: $0.10-0.99 \text{ bitki}/\text{m}^2$

E: $0.10 > \text{bitki}/\text{m}^2$ şeklinde sınıflandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Sürvey çalışmalarında tespit edilen yabancı otların türleri, yaygınlık ve yoğunlukları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Şanlıurfa ili buğday alanlarında görülen yabancı otlar
Table 1. Weeds seen in wheat fields of Sanliurfa province

Bilimsel İsmi Scientific name	Türkçe İsmi Native name	Yaygınlık Frequency	Yoğunluk Density
Fam. <u>APIACEAE</u> (Umbelliferae)			
<i>Ammi visnaga</i> (L.) Lam.	Kürdan otu	NR	D
<i>Bifora radians</i> Bieb.	Kokarot	NR	D
<i>Caucalis platycarpos</i> L.	Küçük pıtrak	NR	E
<i>Conium maculatum</i> L.	Baldıran otu	NR	C
<i>Daucus carota</i> L.	Yabani havuç	NR	D
<i>Eryngium campestre</i> L.	Boğa dikenli	NR	D
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh.	Falçata otu	NR	D
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Zühre tarağı	NR	D
<i>Tordylium</i> spp.	Geyik otu	NR	D
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	Pıtrak	NR	D
Fam. <u>ARACEAE</u>			
<i>Arum</i> sp.	Yılan yastığı	NR	C
Fam. <u>ARISTOLOCHACEAE</u>			
<i>Aristolachia maurorum</i> L.	Loğusa otu	NR	C
Fam. <u>ASTERACEAE</u> (Compositae)			
<i>Acroptilon</i> sp.	Kekre	NR	E
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Tarla köpek papatyası	ÖR	C
<i>Bupleurum rotundifolium</i> L.	Tavşan kulağı	NR	D
<i>Carduus nutans</i> L.	Eğik başlı kangal	NR	D
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Saka dikenli	ÖR	D
<i>Carthamus</i> sp.	Boyacı dikenli	NR	D
<i>Centaurea depressa</i> Bieb.	Yatık gökbaş	NR	E
<i>Centaurea iberica</i> Trevis ex Sprengel	Kısa dikenli gelin düğmesi	NR	D
<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Güneş dikenli	NR	A
<i>Cichorium intybus</i> L.	Yabani hindiba	NR	E
<i>Cirsium</i> spp.	Köygöçüren	NR	D
<i>Gundelia tournefortii</i> L.	Kenger	NR	E
<i>Lactuca serriola</i> L.	Dikenli yabani marul	NR	D
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Hakiki papatya	NR	D
<i>Notobasis syriaca</i> (L.) Cass.	Suriye dikenli	NR	E
<i>Onopordum</i> spp.	Eşek dikenli	NR	D
<i>Senecio vernalis</i> Waldst. and Kit.	Kanarya otu	NR	D
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Adi kanarya otu	NR	E
<i>Silybum marianum</i> L.	Meryemana dikenli	ÖR	D
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Dikenli eşek marulu	ÖR	C
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Adi eşek marulu	NR	D
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.	Karahindiba	NR	E
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Domuz pıtrağı	NR	C
Fam. <u>BERBERIDACEA</u>			
<i>Bongardia chrysogonum</i> (L.) Spach.	Çatlak otu	NR	E
Fam. <u>BORAGINACEAE</u>			
<i>Anchusa azurea</i> Miller.	Siğir dili	NR	D
<i>Buglossoides arvensis</i> L.	Taşkesen otu	ÖR	A
Fam. <u>BRASSICACEAE</u> (Cruciferae)			
<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L.	Hakiki kuduz otu	NR	D
<i>Boreava orientalis</i> Jaub and Spach	Sarı ot	ÖR	D
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çoban çantası	ÖR	B
<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	Yabani tere	NR	B
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prant.	Uzun süpürge otu	NR	D
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Fossat	Melez hardal	ÖR	B
<i>Isatis tinctoria</i> L.	Yabani çivit otu	ÖR	D
<i>Myagrum perfoliatum</i> L.	Gönül hardalı	NR	C
<i>Neslia apiculata</i> Fisch. and Mey.	Trakya hardalı	NR	D
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv	Toplu iğne hardalı	NR	D
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Yabani turp	NR	D
<i>Sinapis alba</i> L.	Akhardal	NR	D
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal	ÇR	A
<i>Sisymbrium</i> sp.	Bülbül otu	NR	D

Bilimsel İsmi <i>Scientific name</i>	Türkçe İsmi <i>Native name</i>	Yaygınlık <i>Frequency</i>	Yoğunluk <i>Density</i>
<i>Texiera glastifolia</i> (DC.) Jaub. et Spach	Tesbih taneli hardal	NR	E
<i>Thlaspi arvense</i> L.	Tarla akçaçağı	NR	D
Fam. <u>CARYOPHYLLACEAE</u>			
<i>Capparis</i> sp.	Kapari	NR	B
<i>Cerastium</i> sp.	Boynuz otu	NR	C
<i>Silene colorata</i> Poir.	Renkli nakıl	NR	D
<i>Silene conica</i> L.	Konik nakıl	NR	E
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Serçe dili	NR	A
<i>Vaccaria pyramidata</i> Medik.	Arap baklası	ÖR	D
Fam. <u>GUTTIFERAE (Clusiaceae)</u>			
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Sarı kantaron	NR	D
Fam. <u>CONVOLVULACEAE</u>			
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	YR	B
<i>Convolvulus betonicifolius</i> Miller	Tüylü tarla sarmaşığı	NR	C
<i>Convolvulus galaticus</i> Rostan ex Choisy	Boz sarmaşık	NR	D
Fam. <u>DIPSACACEAE</u>			
<i>Cephalaria syriaca</i> (L.) Schrader	Pelemir	ÖR	C
Fam. <u>EUPHORBIACEAE</u>			
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Servi sütleğen	NR	D
<i>Euphorbia falcata</i> L.	Tırpanvari sütleğen	NR	D
<i>Euphorbia</i> sp.	Sütleğen	NR	D
Fam. <u>FABACEAE (Leguminosae)</u>			
<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) Koch.	Akrep kuyruğu	NR	E
<i>Lathyrus sativus</i> L.	Mürdümük	NR	E
<i>Lens culinaris</i> Medik	Kendi gelen mercimek	NR	A
<i>Medicago radiata</i> L.	Yonca	NR	D
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Kokulu sarı yonca	NR	C
<i>Pisum sativum</i> L.	Tarla bezelyesi	NR	C
<i>Trifolium</i> sp.	Üçgül	ÖR	C
<i>Vicia ervilia</i> (L.) Willd.	Burçak	NR	E
<i>Vicia narbonensis</i> L.	Koca fiğ	NR	D
<i>Vicia sativa</i> L.	Yabani fiğ	ÖR	A
Fam. <u>GERANIACEAE</u>			
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Herit.	Dönbaba	NR	D
<i>Geranium</i> spp.	Turna gagası	NR	A
Fam. <u>LAMIACEAE</u>			
<i>Lallemantia iberica</i> (Bieb.) Fish. and Mey.	İberya lallemanı	NR	E
<i>Lamium aleppicum</i> Boiss. et Hausskn.	Halep ballıbabası	NR	A
<i>Salvia</i> spp.	Ada çayı	NR	E
Fam. <u>LEGUMINOSAE</u>			
<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	Meyan kökü	NR	C
Fam. <u>LILIACEAE</u>			
<i>Bellevalia macrobotrys</i> Boiss.	Koca sümbül	NR	D
<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	Arap sümbülü	NR	D
<i>Ornithogalum</i> sp.	Tükürük otu	NR	E
Fam. <u>MALVACEAE</u>			
<i>Alcea</i> sp.	Hatmi	NR	E
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Ebegümeçi	NR	C
Fam. <u>PAPAVERACEAE</u>			
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Hakiki şahtere	NR	A
<i>Papaver</i> spp.	Gelincik	ÖR	C
Fam. <u>POACEAE</u>			
<i>Aegilops</i> spp.	Yabani buğday	ÖR	D
<i>Agropyron repens</i> (L.) P. Beauv.	Otlak ayrığı	NR	D
<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson	Tilki kuyruğu	NR	D
<i>Apera spica-venti</i> L.	Rüzgar otu	ÖR	A
<i>Avena fatua</i> L.	Yabani yulaf	NR	A
<i>Avena sterilis</i> L.	Kısır yabani yulaf	ÇR	A
<i>Bromus sterilis</i> L.	Kısır brom	NR	C
<i>Bromus tectorum</i> L.	Püsküllü çayır	NR	B
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Köpek dişi ayrığı	NR	C

Bilimsel İsmi Scientific name	Türkçe İsmi Native name	Yaygınlık Frequency	Yoğunluk Density
<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.	Dikenbaş çimi	NR	D
<i>Hordeum murinum</i> L.	Duvar arpası	NR	B
<i>Hordeum spontaneum</i> C. Koch	Yabani arpa	YR	A
<i>Hordeum vulgare</i> L.	Kendi gelen arpa	NR	A
<i>Lolium</i> spp.	Delice	YR	A
<i>Phalaris</i> spp.	Kuşyemi	ÖR	D
<i>Secale cereale</i> L.	Çavdar	NR	C
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. Fam. <u>POLYGONACEAE</u>	Kanyaş	NR	D
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Çoban değneği	ÖR	C
<i>Rumex acetosella</i> L. Fam. <u>PORTULACACEAE</u>	Kuzu kulağı	NR	E
<i>Portulaca oleracea</i> L. Fam. <u>PRIMULACEAE</u>	Semiz otu	NR	E
<i>Anagallis arvensis</i> L. Fam. <u>RANUNCULACEAE</u>	Fare kulağı	NR	C
<i>Adonis</i> sp. <i>Ranunculus arvensis</i> L. Fam. <u>RUBIACEAE</u>	Kan damlası Tarla düğün çiçeği	NR ÖR	D B
<i>Asperula orientalis</i> Boiss. et Hohen	Doğu yapışkan otu	NR	D
<i>Galium aparine</i> L.	Dilkanatan	NR	D
<i>Galium tricornutum</i> Dandy Fam. <u>SCROPHULARIACEAE</u>	Boynuzlu yoğurt otu	ÖR	A
<i>Veronica arvensis</i> L.	Tarla yavşanı	NR	C
<i>Veronica hederifolia</i> L.	Adi yavşan otu	NR	D
<i>Verbascum nigrum</i> L. Fam. <u>SOLANACEAE</u>	Sığır kuyruğu	NR	D
<i>Physalis</i> spp.	Fener otu	NR	E

Çizelge 1'e göre 3'ü monokotiledon (Araceae, Liliaceae, Poaceae), 24'ü dikotiledon (Apiaceae, Aristolochiaceae, Asteraceae, Berberidaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Convolvulaceae, Dipsaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Guttiferae, Lamiaceae, Leguminosae, Malvaceae, Papaveraceae, Polygonaceae, Portulacaceae, Primulaceae, Ranunculaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae, Solanaceae) olmak üzere toplam 27 familyaya ait 101 yabancı ot cinsi ve 121 yabancı ot türü saptanmıştır. Bunların 21 türü dar yapraklı, 100 türü ise geniş yapraklıdır. Hayat sürelerine göre belirlenen türlerin 27'si çok yıllık (ÇY) olup 68'i tek yıllık (TY) ve 4'ü ise iki yıllık (İY)'tir. Ayrıca 4'ü TY-ÇY, 11'i TY-İY, 5'i TY – İY – ÇY ve 2'si İY - ÇY'dir.

Şanlıurfa il geneli buğday alanlarında yabancı otların yaygınlığı açısından; çok rastlanan (ÇR, > %50.0) *S. arvensis* ve *A. sterilis* olmak üzere iki yabancı ot türü kaydedilmiştir. Yaygın oranda (YR, %25.0 - %49.9) ise *C. arvensis*, *H. spontaneum*, *Lolium* spp. olmak üzere 3 tür saptanmıştır. Önemli oranda yaygın (ÖR, %10.0 - %24.9) görülen 20 tür

saptanmış olup bu türler arasında *Papaver* spp., *G. Tricornutum* ve *S. marianum* ilk sıralarda yer almaktadır. Nadir oranda yaygın (NR, < %9.9) görülen 96 tür kaydedilmiştir. *E. campestre*, *H. murinum*, *V. arvensis* ilk 3 tür olarak yer almıştır

"A" seviyesinde yoğun 16 tür kaydedilmiş olup *H. spontaneum*, *A. Sterilis* ve *L. culinaris* türleri ilk sıralarda yer almaktadır. "B" seviyesinde 8 tür kaydedilmiştir. Bu türler arasında *C. arvensis*, *R. arvensis* ve *C. draba* ilk 3 sırada yer almaktadır. "C" seviyesinde yoğun 22 tür kaydedilmiştir. İlk 3 sırada *M. neglecta*, *Trifolium* spp. ve *V. arvensis* türleri yer almaktadır. Türlerin yoğunluğuna göre "D" seviyesinde 55 tür kaydedilmiştir. *Adonis* sp., *S. halepense* ve *T. latifolia* türleri ön sıralarda yer almaktadır. "E" seviyesinde ise 20 yabancı ot türü kaydedilmiş olup ilk 3 sırada *Acroptilon* sp., *N. Syriaca* ve *S. conica* türleri yer almaktadır.

Şanlıurfa il genelinde yaygınlığı %20 ve yoğunluğu m²'de 1 bitkiden fazla olan türlerin yaygınlığı, yoğunluğu, özel ve genel kaplama alanları il ve ilçeler bazında Çizelge 2.'de verilmiştir.

Çizelge 2. Şanlıurfa il ve ilçelerinde görülen önemli yabancı ot türlerinin yaygınlığı, yoğunluğu, özel ve genel kaplama alanları
 Table 2. Frequency and density and, specific and, general coverage area found as the some major weed species in Şanlıurfa province and district

Tür Species	Yoğunluk (bitki/m ²) Density (plant/m ²)	Yaygınlık (%) Frequency (%)	Ö.K.A. (%) S.C.A. (%)	G.K.A. (%) G.C.A. (%)
İl geneli				
<i>Avena sterilis</i>	11.51	86.88	15.30	11.35
<i>Sinapis arvensis</i>	3.26	84.71	22.89	16.06
<i>Convolvulus arvensis</i>	2.93	43.30	7.45	2.76
<i>Lolium</i> spp.	4.96	42.12	6.08	1.58
<i>Hordeum spontaneum</i>	3.21	35.55	4.37	0.89
<i>Papaver</i> spp.	1.33	24.48	2.63	0.46
<i>Galium tricornutum</i>	3.05	23.70	4.83	0.92
Akçakale				
<i>Sinapis arvensis</i>	3.39	96.67	30.64	26.91
<i>Avena sterilis</i>	8.11	95.00	11.80	10.35
<i>Hordeum spontaneum</i>	7.09	35.00	9.08	1.95
<i>Convolvulus arvensis</i>	1.59	35.00	6.48	2.13
<i>Lolium</i> spp.	6.33	23.33	10.45	1.95
Ceylanpınar				
<i>Avena sterilis</i>	8.76	68.75	12.20	6.48
<i>Convolvulus arvensis</i>	3.61	34.38	10.77	1.75
<i>Hordeum spontaneum</i>	1.98	38.13	3.04	0.51
<i>Lolium</i> spp.	1.44	27.50	2.45	0.17
<i>Aegilops</i> spp.	1.28	22.50	1.12	0.34
Eyyübiye				
<i>Avena sterilis</i>	4.36	100	6.60	6.17
<i>Sinapis arvensis</i>	4.06	100	20.63	20.63
<i>Lolium</i> spp.	8.33	83.33	7.50	5.00
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1.06	83.33	1.65	1.11
<i>Veronica arvensis</i>	5.61	66.67	13.12	10.19
<i>Convolvulus arvensis</i>	4.70	66.67	10.50	5.50
<i>Stellaria media</i>	10.10	50.00	42.35	28.24
<i>Galium tricornutum</i>	5.67	50.00	7.40	2.47
<i>Lamium aleppicum</i>	3.07	50.00	4.10	2.74
<i>Hordeum spontaneum</i>	2.67	50.00	4.00	1.34
<i>Anthemis arvensis</i>	2.50	50.00	10.07	6.71
<i>Fumaria officinalis</i>	1.10	50.00	1.60	1.07
<i>Apera spica-venti</i>	5.00	33.33	4.00	1.34
<i>Centaurea solstitialis</i>	3.67	33.33	12.67	8.45
<i>Trifolium</i> spp.	1.50	33.33	3.00	1.00
Haliliye				
<i>Lolium</i> spp.	3.52	87.50	4.40	2.18
<i>Avena sterilis</i>	7.92	87.50	12.69	7.49
<i>Sinapis arvensis</i>	4.45	85.71	33.37	24.68
<i>Convolvulus arvensis</i>	3.99	55.36	7.97	5.01
<i>Trifolium</i> spp.	2.81	46.43	5.58	2.65
<i>Papaver</i> spp.	3.44	41.07	8.17	2.16
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	1.56	41.07	8.67	1.60
<i>Fumaria officinalis</i>	7.27	39.29	14.57	4.75
<i>Galium tricornutum</i>	1.11	37.50	1.56	0.78
<i>Malva neglecta</i>	3.00	33.93	6.00	1.50
<i>Polygonum aviculare</i>	1.89	28.57	3.56	1.02
<i>Veronica arvensis</i>	4.91	26.79	8.34	2.13
<i>Hordeum vulgare</i>	1.17	25.00	1.17	0.59
Harran				
<i>Avena sterilis</i>	2.57	100	3.44	3.19
<i>Sinapis arvensis</i>	1.19	100	12.60	10.63
Hilvan				
<i>Sinapis arvensis</i>	6.68	100	28.31	26.12
<i>Avena sterilis</i>	13.69	79.17	16.35	13.81
<i>Convolvulus arvensis</i>	3.19	55.56	8.29	3.99
<i>Papaver</i> spp.	1.50	45.83	1.91	0.66

Tür Species	Yoğunluk (bitki/m ²) Density (plant/m ²)	Yaygınlık (%) Frequency (%)	Ö.K.A. (%) S.C.A. (%)	G.K.A. (%) G.C.A. (%)
<i>Lolium</i> spp.	3.38	38.89	3.05	0.41
<i>Galium tricornutum</i>	3.54	33.33	6.72	1.65
<i>Buglossoides arvensis</i>	3.19	26.39	8.32	3.62
<i>Hordeum spontaneum</i>	1.31	26.39	1.31	0.22
<i>Hordeum vulgare</i>	18.7	23.61	24.28	5.83
<i>Ranunculus arvensis</i>	1.72	23.61	3.77	0.76
<i>Hirschfeldia incana</i>	2.90	22.22	12.98	4.33
Siverek				
<i>Avena sterilis</i>	19.78	97.06	24.35	19.86
<i>Sinapis arvensis</i>	2.47	85.78	16.11	11.15
<i>Galium tricornutum</i>	2.98	72.79	4.87	2.69
<i>Convolvulus arvensis</i>	3.33	48.04	7.48	3.44
<i>Lolium</i> spp.	9.08	38.97	11.69	3.44
<i>Papaver</i> spp.	1.24	35.54	2.03	0.56
<i>Buglossoides arvensis</i>	3.52	34.31	5.05	1.46
<i>Hordeum spontaneum</i>	2.55	33.09	3.60	1.04
<i>Ranunculus arvensis</i>	3.10	28.92	6.82	2.11
<i>Vicia sativa</i>	3.88	21.81	8.43	2.53
<i>Cephalaria syriaca</i>	1.31	21.32	7.36	0.73
Viranşehir				
<i>Avena sterilis</i>	11.38	88.89	18.64	13.59
<i>Sinapis arvensis</i>	2.67	88.89	29.58	16.43
<i>Convolvulus arvensis</i>	3.35	44.44	7.54	2.77
<i>Lolium</i> spp.	2.00	38.89	2.34	0.71
<i>Vaccaria pyramidata</i>	1.64	22.22	7.61	2.54

Çizelge 2 incelendiğinde Şanlıurfa il genelinde yaygın ve yoğun olan türler sırasıyla *A. sterilis*, *S. arvensis*, *C. arvensis*, *Lolium* spp., *H.spontaneum*, *Papaver* spp. ve *G. tricornutum*'dur. Tüm ilçelerde dar yapraklı yabancı otlardan *A. sterilis* ve geniş yapraklı yabancı otlardan *S. arvensis*'in Ceylanpınar ilçesi hariç diğer ilçelerde yaygınlıklarının %50'den ve yoğunluklarının 1 bitki/m²'den fazla olduğu görülmektedir.

Şanlıurfa'da 2015-2016 yıllarında yürütülen bu çalışmanın sürvey sonuçları, önceki yıllarda yapılan çalışmalarda yaygın ve yoğun olduğu bildirilen türleri de içermektedir. Şanlıurfa ilinde buğday alanlarında yabancı ot türlerinin belirlenmesiyle ilgili ilk çalışma Zel (1994) tarafından yapılmış, bu çalışmayı sırasıyla Uludağ ve Demir (1997), Bükün (2004), Arslan ve ark. (2016) takip etmiştir.

Uludağ ve Demir (1997) Şanlıurfa ilinde sarıçiçekli Brassicaceae türlerinin belirlenmesiyle ilgili yaptıkları çalışmada rastlama sıklığı; *S. arvensis* %86.5, *N. apiculata*'nın %74.5, *M. perfoliatum* %13, *I. tinctoria*'nın %67.5 ve *T. glastifolia* %17 oranında yaygın olduğu bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada; sarı çiçekli

Brassicaceae türlerinin rastlama sıklığı; *S. arvensis* %84.71, *N. apiculata* %2.45, *M. perfoliatum*'un %9.01, *I. tinctoria* %13.12 ve *T. glastifolia* %0.24 oranında yaygın olduğu, belirlenmiştir. *S. arvensis* ve *M. perfoliatum* türlerinin yaygınlığı Uludağ ve Demir (1997) ile benzer görülürken *N. apiculata*, *I. tinctoria* ve *T. glastifolia* türlerinin yaygınlıkları açısından Uludağ ve Demir (1997) ile farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca, *H. incana*; *B. orientalis*'in Uludağ ve Demir (1997)'e göre önemli oranda yaygın olduğu görülmektedir. Şanlıurfa'da Bükün (2004), Arslan ve ark. (2016) ve Diyarbakır ilinde Özasan (2011)'in yaptıkları çalışmada *I. tinctoria* ve *N. apiculata*'nın rastlama sıklığının düşük olduğu ve bu türlerin yaygın olmayan türler (%20'nin altında) arasında olduğu bildirilmiştir. Söz konusu farklılığın Uludağ ve Demir (1997)'in sadece hububat - mercimek münavebesinin yapıldığı alanlarda çalışmalarını yürütmelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Uludağ (1993) Diyarbakır ilinde hububat - mercimek münavebesinin görüldüğü alanlarda yaptığı çalışmaya göre; *G. tricornutum*, *A. sterilis*, *Lolium* spp., *Papaver* spp., *S. arvensis* ve *N. apiculata*'nın yaygın ve yoğun görülen türler

olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlara göre *N. apiculata* dışındaki diğer yabancı ot türlerinin Şanlıurfa illerinde yoğun görülen türlerle paralel olduğu belirlenmiştir.

Özaslan (2011), Diyarbakır buğday ekim alanlarında yaptığı sürvey çalışmasında rastlama sıklığı %50'den fazla olan yabancı ot türlerini sırasıyla; *S. arvensis*, *A. sterilis*, *C. syriaca*, *G. Tricornutum* ve *C. arvensis* olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmanın sonuçları *S. arvensis*, *A. sterilis*, *G. Tricornutum* ve *C. arvensis* türlerinin yaygınlığı Özaslan (2011) ile paralel olduğu ancak; *C. syriaca*'nın yaygınlığı açısından farklı olduğu görülmektedir. Gökalp ve Üremiş (2015)'in Mardin ilinin buğday alanlarında yürüttükleri çalışmaya göre *A. sterilis*, *G. tricornutum* ve *S. arvensis*'in rastlama sıklığı %50'den fazla iken; *C. syriaca*'nın %50'nin altında yaygın görülen türler arasında olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmanın Şanlıurfa ili sürvey bulgularının Gökalp ve Üremiş (2015) ile benzer olduğu görülmektedir.

Bükün (2004), Şanlıurfa'nın buğday alanlarında 2003 yılında yürüttüğü çalışmada 24 familyaya ait 90 yabancı ot türünü belirlemiştir. Bu türlerin yoğunluklarına göre sırasıyla; *A. fatua* 25.16 bitki/m², *G. aparine* 15.3 bitki/m², *S. arvensis* 7.48 bitki/m², *V. pyramidata* 6.84 bitki/m², *I. tinctoria* 5.35 bitki/m², *E. capitata* 4.95 bitki/m² ve *F. officinalis* 4.48 bitki/m²; ayrıca diğer türlere göre daha az yoğunluk gösteren türler; *Lolium* spp. 2.98 bitki/m², *C. arvensis* 0.36 bitki/m² ve *H. spontaneum* 0.06 bitki/m² yoğunluğuna sahip olduğunu bildirmiştir. Bu türlerin yoğunluğu Şanlıurfa'da 2015 ve 2016 yılında yürütülen çalışmada sırasıyla *A. fatua* 10.32 bitki/m², *Lolium* spp. 4.96 bitki/m², *F. officinalis* 4.08 bitki/m², *S. arvensis* 3.26 bitki/m², *H. spontaneum* 3.21 bitki/m², *C. arvensis* 2.93 bitki/m², *V. pyramidata* 0.91 bitki/m², *I. tinctoria* 0.63 bitki/m², *G. aparine* 0.58 bitki/m² ve *E. capitata* 0.22 bitki/m² olarak belirlenmiştir. Her iki çalışma arasında geçen 10 yıldan fazla zamanda; *A. fatua*, *G. aparine*, *S. arvensis*, *V. pyramidata*, *I. Tinctoria* ve *E. capitata* türlerinin yoğunluğunda azalma olurken *F. officinalis*'in

yoğunluğunda çok az değişim olmakta; *C. arvensis*, *Lolium* spp. ve *H. spontaneum* türlerinin yoğunluğunda ise önemli oranda artış olduğu görülmektedir. Ayrıca Bükün (2004)'ün çalışmasında rastlanmayan *A. sterilis* (11.51 bitki/m²), *G. tricornutum* (3.05 bitki/m²) türlerinin buğday alanlarında yoğun olduğu belirlenmiştir.

Üstüner ve Altın (2003), Niğde ili buğday alanlarında yaptıkları çalışmada 1 tohumuz, 12 monokotiledon ve 80 dikotiledon olmak üzere 26 familyaya ait 93 yabancı ot türü saptamışlardır. Araştırmacılar en önemli yabancı ot türleri olarak *Convolvulus arvensis*, *Boreava orientalis*, *Centaurea solstitialis* subsp. *solstitialis*, *Avena fatua*, *Sinapis arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Alopecurus myosuroides*, *Euphorbia helioscopia*, *Consolida orientalis*, ve *Vicia sativa*'nın yoğun (1-10 adet m²) olduğunu bildirmektedirler. İki farklı ekolojiye sahip yerde yapılan çalışmada da önemli ortak yabancı ot türü olarak *C. arvensis* ve *S. arvensis*'in olması iki türün de kozmopolit türler olmasından dolayı beklenen bir durumdur. Aynı şekilde Niğde'de *A. fatua*, Şanlıurfa'da ise *A. sterilis* hâkim türler olup iklim özellikleri göz önüne alındığında yine normal bir durumdur. Diğer yabancı türlerinin çoğunluğu genel olarak sürveyin yapıldığı iklime ait türlerdir.

Çukurova bölgesinde buğday alanlarında 10 yıl arayla yapılan iki farklı çalışmanın sonucuna göre daha önce yaygın ve yoğun görülen bazı türlerin yaygınlıklarında azalmalar olurken yoğunluğunda ise artışlar yaşandığı; düşük yoğunlukta olan bazı türlerin zamanla yüksek oranda yoğunluk kazandığı; dolayısıyla 10 yıl önce problem oluşturmayan türlerin baskın hale geçerek sorun oluşturduğu belirtilmiştir. Söz konusu durum, üreticilerin yabancı otlarla mücadeledeki davranışları ve herbisitlerin hatalı kullanımıyla ilişkilendirilmiştir (Uygur, 1997).

Yürütülen çalışmalar sonucunda buğday alanlarında bulunan yabancı otların türleri ve bu türlerin yaygınlık ve yoğunluklarında zaman içerisinde değişimlerin yaşandığı görülmektedir. Bu değişimlerin birçok nedeni olmakla birlikte Güneydoğu Anadolu Bölgesinde giderek artan yapay göl ve barajların yapılması özellikle de

suyun tarım alanlarında etkili kullanımıyla bölgede üretim deseninde değişimler yaşanmaktadır. Son yıllarda suya erişim imkânlarının iyileştirilmesiyle yıl içerisinde birden fazla ürün alma imkânı sağlanmıştır. Buğdayın mısır, pamuk münavebesine girmesi; farklı etki mekanizmalarına sahip herbisitlerin de rotasyona girmesini sağlamış olup toprakta kalıcılığı fazla olan aktif maddelerin kullanılması; sulama suyunun karık, yağmurlama ve damla sulama sistemlerinin entegrasyonu ile toprağın sürüm şekillerinde değişimler yaşanmaktadır. Bu durum bölgede bazı yabancı ot türlerinin yaygınlık ve yoğunluklarında artışların görülmesine, bazı yabancı ot türlerinde azalmaların olmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlar

Şanlıurfa ilinde yapılan sürvey çalışmaları sonucunda buğday üretim alanlarında 27 familyaya ait 101 cins ve 121 yabancı ot türü belirlenmiştir. Bunların 21 türü dar yapraklı, 100 türü ise geniş yapraklıdır.

Buğday alanlarında yapılan sürvey çalışmalarında bir önceki ürünün pamuk veya mısır olduğu tarlalarda yabancı ot yoğunluğunun daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum pamuk veya mısır alanlarında yapılan farklı toprak işleme yöntemleri ve bu alanlarda kullanılan farklı etkiye sahip herbisitlerin yabancı otların tür ve yoğunluklarını etkilemektedir. Sürvey sonuçları ilçelere göre değerlendirildiğinde *Avena sterilis* ve *Sinapis arvensis* tüm ilçelerde ilk sıralarda yer alırken, *Convolvulus arvensis* bunları izlemektedir. Bu durum buğday alanlarında münavebenin önemini göstermektedir.

Güneydoğu Anadolu Projesi tamamlandığında Şanlıurfa ilinin sulamaya açılan tarım alanlarında geleneksel tarımın yerini modern tarımın alacağı bu nedenle münavebe sisteminin gelişmesi beklenmektedir (Anonim, 2013). Bölgede suya erişiminin artmasıyla birlikte ekolojik koşulların değişmesine bağlı olarak tarımsal üretimde ekonomik olarak zarara neden olan yabancı otların da artacağı ve mevcut olan türlerin

yaygınlık ve yoğunluğa bağlı olarak zarar düzeylerinin değişeceği düşünülmektedir (Arslan, 2018). Bu nedenle tarım alanlarında periyodik sürvey çalışmalarıyla yabancı ot popülasyonu takip edilerek, entegre mücadele yöntemleriyle yabancı otların kontrol altında tutulması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Acıbuca, V., (2010). Mardin ilinde makarnalık buğday üretim ekonomisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 60s., Adana.
- Akkaya, A., (1994). Buğday yetiştiriciliği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Genel Yayın No:1, Ziraat Fakültesi Yayın No:1, Genel Yayın No:1, Ders Kitapları Yayın No:1.
- Anonim, (2012). Şanlıurfa il çevre durum raporu. T.C. Şanlıurfa Valiliği Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Erişim: http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Sanlıurfa_icdr_2012.pdf.
- Anonim, (2013). Şanlıurfa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü İcraat Raporu. Erişim: http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Sanlıurfa_icdr2013.pdf
- Anonim, (2016). Türkiye istatistik kurumu, bitkisel üretim istatistikleri. Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- Anonymous, (2016). Food and agriculture organization of the united nations Erişim: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>.
- Arısoy, H. ve Oğuz, C., (2005). Tarımsal Araştırma Enstitüleri Tarafından Yeni Geliştirilen Buğday Çeşitlerinin Tarım İşletmelerinde Kullanım Düzeyi Ve Geleneksel Çeşitler İle Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi -Konya İli Örneği-. Tarım Ekonomisi Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Arslan, Z.F., Bilgili, A. ve Altun, A. A., (2016). Şanlıurfa ili buğday tarlalarında belirlenen önemli yabancı otlar. Uluslararası Katılımlı VI. Bitki Koruma Kongresi (5-8 Eylül 2016, Konya) Bildiriler, 846.
- Arslan, Z.F., (2018). Şanlıurfa İli Pamuk Tarlalarında Sulama Sonrası Yabancı Otlar ile İlgili Yaşanan Değişimler, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 22(1): 109-125
- Bilgiri, S., (1965). Ege bölgesi hububat tarlalarında görülen önemli yabancı otlar ve savaş imkanları üzerinde bazı incelemeler. Tarım Bakanlığı Yayınları, Teknik Bülten, No: 14, 63s., İzmir.
- Bora, T. ve Karaca, İ., (1970). Kültür bitkilerinde hastalık ve zararlıların ölçülmesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı Yayın No: 167, 43s., İzmir.
- Bozkan, N., (2013). Konya ili buğday un fabrikalarından elde edilen yabancı ot tohumlarının tespiti ve hayvansal besin değerleri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 78 s., Konya.
- Bozkurt, M., (2018). Muş İlinde Buğday Ürününe Karışan Yabancı Ot Tohumlarının Belirlenmesi. İnönü

- Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Bükün, B., (2004). The weed flora of winter wheat in Şanlıurfa, Turkey. Pak. J. B. Sci., 7 (9) 1530- 1534.
- Davis, P.H., (1965-1988). Flora of Turkey and the east eagean islands. Edinburg University Press, Volume; 1-10, Edinburg. UK.
- Direk, M. ve Gül, A. , (2003). Konya ticaret borsasında buğday fiyat oluşumunu etkileyen faktörler. Ticaret Borsası Dergisi, Sayı: 16, Konya.
- Gökalp, Ö. ve Üremiş, İ., (2015). Mardin buğday ekim alanlarında bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20 (1) 13-22.
- Güncan, A., (2016). Yabancı otlar ve mücadele prensipleri. Güncelleştirilmiş ve ilaveli altıncı baskı), Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 311s., Konya.
- Gürsu, Z.Ş. ve Kara, A., (2016). Kırklareli ili buğday ekim alanlarında görünen önemli yabancı ot türleri, yoğunluklar ve rastlama sıklıklarının belirlenmesi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül 2016, 847s., Konya.
- Karaca, M., (2010). Yatık gökbaş (*Centaurea depressa* Bieb.) ve kokarot (*Bifora radians* Bieb.)'un bazı biyolojik özellikleri ve Konya yöresinde buğdayda ekonomik zarar eşiklerinin tespiti. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 149s., Konya.
- Kaya, Y. ve Zengin, H., (2000). Pasinler ovasındaki buğday tarlalarında sorun oluşturan yabancı otlarla, rastlanma sıklıkları, hayat formları ve fitocoğrafik bölgelerinin belirlenmesi. Türkiye Herboloji Derg., 3 (1) 17-26.
- Kuntay, S., (1944). Türkiye hububat mahsulu içinde tohumları bulunan yabancı otlar üzerinde araştırmalar. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi, 2 (1) 220-225, Ankara.
- Kün, E., (1996). Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları). Üçüncü baskı, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:1451, Ankara, 431s.
- Mennan, H., (1993). Samsun ili buğday ekim alanlarında görülen yabancıot türlerinin belirlenmesi ve önemli türlerin çimlenme ve gelişme biyolojilerinin araştırılması. Ç.Ü. Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Orel, E., (1996). Çukurova Bölgesi buğday ve mısır ekim alanlarında bazı ekolojik faktörlerin göstergesi olabilecek yabancı ot türlerinin saptanması. Ç.Ü., Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Özaslan, C., (2011). Diyarbakır ili buğday ve pamuk ekim alanlarında sorun olan yabancı otlar ile üzerindeki fungal etmenlerin tespiti ve bio-etkinlik potansiyellerinin araştırılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Konya.
- Özer., Z., Kadioğlu, İ., Önen, H. ve Tursun, N., (1998). Herboloji (Yabancı ot bilimi), 2. Baskı. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 20, Kitaplar Serisi No: 10, 403s., Tokat.
- Pamukoğlu, Z., (2011). Kahramanmaraş kırmızı biber Tezi, 48 s., Malatya.
- alanlarında sorun olan yabancı otlar ve bunlarla mücadelede kritik periyodun belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Sırma, M. ve Güncan, A., (1997). Tokat ve yöresinde buğday ekim alanlarında sorun oluşturan yabancı otlar ve önemlilerinden bazılarının topluluk oluşturma durumları üzerine bir araştırma. Türkiye II. Herboloji Kongresi (1-4 Eylül 1997, İzmir-Ayvalık) 289-296.
- Taştan, B. ve Erciş, A., (1991). Orta Anadolu bölgesi buğday ekim alanlarında gözlenen yabancı otların yayılış ve yoğunlukları üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 31: 39-60.
- Tepe, İ., (1997). Türkiye'de tarım ve tarım dışı alanlarda sorun olan yabancı otlar ve mücadelesi. Yüzüncü Yıl Üni., Zir.Fak. Yayın No:18, 225 s.
- Tursun, N., (2002). Kahramanmaraş ili ve ilçelerinde buğday ekim alanlarında sorun olan yabancı otların belirlenmesi. Türk. Herb. Derg., 5 (1) 1-11.
- Uludağ, A., (1993). Diyarbakır ve yöresinde buğday, mercimek kültürlerindeki önemli yabancı otların dağılışı ve bunların biyolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Uludağ, A. ve Demir, A., (1997). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Hububat Mercimek Münavebe Alanlarında Bulunan Bazı Turpgiller (Brassicaceae)'in Belirlenmesi. Türkiye II. Herboloji Kongresi (1-4 Eylül 1997, İzmir-Ayvalık) 385-389.
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ. ve Üremiş, İ., (1993). Türkiye'nin yabancı otları ve bazı özellikleri. T.K.B. Adana Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü, Yay. No: 78, 513s., Adana.
- Uygur, F.N., (1985). Untersuchungen zu art und bedeutung der verunkrautung in der Çukurova unterbesonderer berücksichtigung von *Cynodon dactylon* (L.) Pers. und *Sorghum halepense* (L.) Pers. PLITS 1985/3 (5), 169 p., Stuttgart.
- Uygur, S., (1997). Çukurova Bölgesi yabancı ot türleri, bu türlerin konukçuluk ettiği hastalık etmenleri ve dağılımları ile hastalık etmenlerinin biyolojik mücadelede kullanılma olanaklarının araştırılması. Ç.Ü., Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Adana.
- Üstüner, T. ve Güncan, A. (2002). Reserchs on weed species which are problem density and importance with association in potato fields of Niğde province. Turkish Journal of Weed Science, 5 (2) 30-42.
- Üstüner, T. ve Altın, N.B. (2003). Niğde yöresinde buğdayda sorun olan yabancı otlar ve yoğunlukları. Türkiye Herboloji Dergisi, 6(2): 32-44.
- Zel, M., (1994). Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri hububat tarlalarında bulunan yabancıotların dağılımı ve ortalama yoğunlukları. Türkiye Fitopatoloji Derneği Yayınları, Yayın No:8, İzmir.
- Zimdahl, R.L., (2018). Fundamentals of Weed Science, 5th Edition, Academic Press, 758p.

Tunceli dağ sarımsağı (*Allium tuncelianum*) farklı ekstraksiyonlarında LC-MS/MS ile fenolik bileşik miktarlarının karşılaştırılması

Comparison of amount of phenolic compounds by using LC-MS / MS in Tunceli mountain garlic (*Allium tuncelianum*) different extracts

Kasım TAKIM^{1*} 

¹Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya A.B.D, Şanlıurfa, Türkiye

To cite this article:

Takım, K., Koyuncu, M. & Sayaslan, A. (2020). Tunceli dağ sarımsağı (*Allium tuncelianum*) farklı ekstraksiyonlarında LC-MS/MS ile fenolik bileşik miktarlarının karşılaştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 44-52.
DOI: 10.29050/harranziraat.591171

Address for Correspondence:
Kasım TAKIM
e-mail:
kasimtakim@harran.edu.tr

Received Date:
12.07.2019

Accepted Date:
24.02.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Bu çalışmada ekstraksiyon yöntemi ve çözügen farklılığının, Tunceli Dağ Sarımsağı'nda fenolik bileşen karakterizasyonuna etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Fenolik bileşiklerin karakterizasyonu için; 25 fenolik bileşik kullanılarak, yeni bir LC-MS/MS metodu geliştirilmiş ve bu metod Tunceli Dağ Sarımsağı (TDS) için kullanılmıştır. Ekstraksiyon yöntemi olarak; infüzyon ve hidrolizasyon metodu, çözügen olarak; etanol, metanol, su ve etanol/su (% 50 [v/v]) olmak üzere 4 farklı çözücü kullanılmıştır. TDS içerisinde 25 farklı fenolik bileşen aranmış ve bunlardan 16 fenolik bileşenin var olduğu tespit edilmiştir. TDS'nin major bileşenlerinin; pirokatekol ($14018.98 \pm 3.61 \mu\text{g L}^{-1}$), vanilik asit ($1887.24 \pm 0.397 \mu\text{g L}^{-1}$) ve fumarik asit ($1812.34 \pm 0.211 \mu\text{g L}^{-1}$) olduğu belirlenmiştir. TDS nin fenolik içeriğinin çeşitlilik açısından zengin, ancak miktar açısından fakir olduğu görülmüştür. Genel olarak en iyi çözügenin etanol ve en ideal ekstraksiyon yönteminin ise hidrolizasyon olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, farklı analiz tekniği, farklı ekstraksiyon işlemi ve farklı çözügen kullanımının; *Allium tuncelianum* için, fitokimyasal içerik üzerine oldukça önemli etkilerinin olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sarımsak, Fitokimyasal İçerik, Fenolik, LC-MS/MS, Ekstraksiyon

ABSTRACT

In this study, it was aimed to investigate the effect of extraction methods and solvent differences on phenolic component characterization in Tunceli Mountain Garlic. For the characterization of phenolic compounds; A new LC-MS / MS method was developed using 25 phenolic compounds and this method was used for Tunceli Mountain Garlic (TDS). As extraction method; infusion and hydrolization method, as solvent; ethanol, methanol, water and ethanol / water (50 % [v/v]), including four different solvents were used. In TDS, 25 different phenolic components were searched and 16 phenolic components were found out of them. Major components of TDS; pyrocatechol ($14018.98 \pm 3.61 \mu\text{g L}^{-1}$), vanilic acid ($1887.24 \pm 0.397 \mu\text{g L}^{-1}$) and fumaric acid ($1812.34 \pm 0.211 \mu\text{g L}^{-1}$). The phenolic content of TDS was found to be rich in diversity but poor in quantity. In general, the best solvent was ethanol and the most ideal extraction method was hydrolization. As a result, different analysis technique, different extraction process and different solvent use; For *Allium tuncelianum*, it was found to have significant effects on phytochemical content.

Key Words: Garlic, Phytochemical content, Phenolic, LC-MS / MS, Extraction

Giriş

Son zamanlarda hastalıkların tedavisinde doğal bitkilerin kullanımı önem kazanmaktadır (Işık ve ark., 2015). Tıbbi bitkilerin ve bu bitkilere ait

fenoliklerin ve uçucu yağların saf ve özellikle ana etken maddelerinin elde edilip değerlendirilmesi hem bilimsel hem de ekonomik yönden oldukça önemlidir (Demir ve ark., 2017). Sağlık açısından birçok faydası bulunan sarımsak üzerinde uzun

yıllardan beri birçok araştırma yapılmış ve hala yapılmaktadır (Paka, 2003). Bitkilerin yetiştiği bölgedeki çevresel şartlar, tarımsal faktörler gibi dış etkenler ve genetik faktörler gibi iç etkenler bitkilerin kimyasal içerikleri üzerinde oldukça etkilidir (Aydın ve Köçkar, 2008; ; Yıldırım ve Atasoy, 2017). Ayrıca bitkilerden elde edilen özütlerin fitokimyasal içeriğinde; ekstraksiyon yöntemi ve kullanılan çözümler oldukça etkilidir (Çetintaş ve ark., 2012 ; Ramluckan ve ark., 2014; Kesen, 2019).

Allium tuncelianum, Tunceli ili Munzur Dağları eteklerinde yer alan Ovacık ve Pülümür ilçelerinde, yaygın olarak yetişen endemik bir bitki türüdür (Özhatay, 2002). Tunceli Sarımsağı olarak bilinen bu endemik sarımsak türünün kimyasal yapısının, kültür sarımsağına (*A. sativum*) benzer olması nedeniyle yöre halkı tarafından dağlardan toplanıp tamamlayıcı tıp alanlarında kullanılmaktadır. Yapılan literatür taramalarında Elazığ ve Tunceli bölgesinde endemik bir bitki olarak yetişen Tunceli Dağ Sarımsağı (*Allium tuncelianum*) yapısında bulunan fitokimyasal bileşiklerin antibakteriyel ve antikanser etkilerinin önemli oranda olduğu bildirilmiştir (Kasım, 2015). *Allium tuncelianum* (*A. Tuncelianum*); monocotyledonea (tek çenekliler) sınıfının, Liliaceae familyasının *Allium* cinsi içerisinde yer almaktadır. *A. tuncelianum* endemik bir bitki türü olup ilk kez *Allium Macrochaetum*'un bir alt türü olarak tanımlanmıştır. Ancak daha sonra yapılan çalışmalarda; bunun farklı bir tür olduğu anlaşılmış ve tür düzeyine yükseltilecek *Allium tuncelianum* adı verilmiştir. *A. tuncelianum*; tek dişlidir, kabuk sayısı kültür sarımsağından azdır (1-2 adet) ve başları 18-20 °C'de uzun süre saklanabilir. Bu özellikleri sayesinde, taze tüketim ve endüstride kullanım şansına sahip bulunmaktadır (Hirschegger ve ark., 2010; Kasım, 2015).

Fenolik bileşikler bitkiler âleminde en yaygın bulunan maddeler grubunu oluşturmaktadır. Bu bileşikler bitkilerin ikincil metabolizma ürünleri olarak tanımlanmakta ve günümüzde 8000'den fazla fenol bileşiği yapısı bilinmektedir (Yünlü ve Kır, 2016; İnanç ve Yüksel, 2018). Kromatografi

tekniklerindeki ilerlemeler sonucunda fenolik bileşikler üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Çeşitli gıdalardaki fenolik bileşiklerle ilgili fazla sayıda araştırma yapılmasına rağmen, *Allium tuncelianum* için böyle bir çalışma bulunmamıştır. Bitkilerde fitokimyasal bileşiklerin tanımlanması için çeşitli teknikler kullanılır. Bunlardan başlıcaları; yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ve sıvı kromatografi-kütle spektrometresi (LC-MS)'dir (Pandey ve ark., 2011).

Bu çalışmada, *A. tuncelianum*'un su, etanol, metanol etanol/su (1/1) ve HCl ile hidroliz edilmiş ekstraktlarının; LC-MS/MS teknikleri ile fenolik bileşiklerin karakterizasyonu yapılmıştır. Ekstraksiyon yöntemi olarak hidrolizasyonun tercih edilmesinin nedeni daha fazla fenolik bileşik tanımlayabilmektir. Çünkü bitkilerdeki fenolik bileşikler çoğunlukla karbonhidrat, protein ve diğer organik bileşiklerle bağ yapmış halde bulunurlar, hidrolizasyon işlemi sırasında bu bağlar, sıcaklık ve hidroklorik asit etkisiyle parçalanır ve saf fenolik bileşikler elde edilir. Bu çalışmada da bu hipotez Tunceli Dağ Sarımsağı kullanılarak araştırılacaktır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışma için kullanılan *A. tuncelianum*, Tunceli ilinde bulunan Munzur Dağı'nın Ovacık ilçesi yönüne bakan yamaçlarından ağustos ayının ikinci haftası içerisinde toplandı. İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalı tarafından tür tespiti doğrulandı. Ekstrakte edilene kadar +4 °C'de buzdolabında muhafaza edildi. Kuru madde miktar belirleme işlemi Ağbaş ve ark., (2013) yöntemi esas alındı. Sarımsak örnekleri etüv fırınında 103°C'de 3 saat bekletmek suretiyle sabit tartıma getirildikten sonra kuru madde miktarları belirlendi.

Metot

İnfüzyon ile ekstraksiyon

Ekstraksiyon işlemi LC-MS/MS çalışmaları için; su, metanol, etanol ve % 50 (v/v) etanol-su çözücü karışımları kullanıldı. Havanda iyice ezilen

sarımsak üzerine Sarımsak/çözücü oranı 1/10 olacak şekilde çözücü ilave edilip ağzı kapalı olarak 24 saat çalkalayıcıda karıştırıldı. Sarı-yeşil renkte ekstreler elde edildi. Ekstreler süzme işlemine tabi tutulup, evaporatör ve liyofilizatör kullanılarak çözümleri uzaklaştırıldı. Yaş sarımsaktan 10 g alınarak ekstraksiyon yapıldı ve 1.5-2.5 g aralığında kuru ekstreler elde edildi. Evaporatör ve liyofilizatörde çözümleri uzaklaştırılarak elde edilen kuru maddenin hava ile fazla temasına izin verilmeden +4°C de buzdolabında, analiz zamanına kadar muhafaza edildi (Takım ve ark., 2018). LC-MS/MS analiz sonuçları hesaplanırken toplam kuru madde oranı dikkate alınarak hesaplandı. Ayrıca sonuçların standart sapma (\pm) değeri = Analit değeri sonucu *U değeri/100 formülü ile hesaplandı (Taban ve ark., 2013; Agar ve ark., 2015).

Hidrolizasyon ile ekstraksiyon

Bu yöntemde Hertog ve ark., (1992) kullandığı metot, Tunceli Dağ Sarımsağı için uyarlanmıştır. Tunceli Dağ Sarımsağı örnekleri havanda iyice parçalandıktan sonra 10 g tartılmıştır. Bir erlen içerisine alınarak üzerine; 40 mL % 62.5 metanol ve 10 mL 6 M HCl eklenmiştir. Ağzı kapalı olarak su banyosunda; 80 °C'de, 2 saat bekletilmiştir. Biraz bekleyip örnek soğuduktan sonra Whatman No:4 filtre kağıdından süzülüp 0.45 μ m lik filtreden geçirilmiştir. Süzüntünün 20 μ L'si LC-MS/MS cihazına enjekte edilmiştir.

Fenolik bileşiklerin LC-MS / MS ile tayini

Bu kapsamda *Allium tuncelianum* ekstrelerinde biyoaktif bileşen analizi, LC-MS/MS ile analizi yapılmıştır. 25 fenolik madde kullanılarak geliştirilen yöntemin validasyon çalışmaları ve analizleri; Harran Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır. Bitki materyallerinde yaygın olan bu fenolik bileşikleri flavonoidler, flavonoid glikozitler, hidroksisünamik ve hidroksibenzoik asitler olarak sınıflandırmak mümkündür. LC-MS/MS ile fenolik bileşiklerin analizi, ikili MS cihazı bağlanmış bir Nexera modeli Shimadzu HPLC kullanılarak yapıldı. Sıvı kromatografisi LC-30AD ikili pompa, DDU-20A3R

degazör, KTO-10AS vp kolon fırını ve SIL-30AC otomatik örnekleyici ile donatılmıştır. Kromatografik ayırma, C18 ters-faz analitik kolonu Inertsil ODS-4 (150 mm \times 4.6 mm, 3 μ m) ile gerçekleştirildi. Kolon sıcaklığı 40°C'de sabit tutuldu. Elüsyon gradienti mobil faz A (su, 5mM amonyum format ve % 0.1 formik asit) ve mobil faz B (metanol, 5mM amonyum format ve % 0.1 formik asit) ile oluşturuldu. Gradient programı B çözücüsünün aşağıdaki değerlerine göre t (dk) uygulanmıştır. B %: (0.40), (20.90), (23.99), (24.40), (29.40). Çözücü akış hızı: 0.5 mL/dk olarak uygulandı ve enjeksiyon hacmi 4 μ L olarak ayarlandı. MS tespiti Shimadzu LC-MS 8040 modeli üçlü, dört kutuplu ve hem pozitif hem negatif iyonizasyon modlarında ESI kaynak işletimi ile donatılmış kütle spektrometresi kullanılarak yapıldı. LC-MS/MS verileri Lab Solutions yazılımı (Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile elde edilerek hesaplamalar yapıldı. Çoklu reaksiyon takip işlemi (MRM) modu analizi ölçmek için kullanıldı. Deneyde her bir bileşik analizi için üç kez uygulama yapıldı. Birinci kantitatif sonuçlar için ikinci ve üçüncü analizler ise teyit için yapıldı. Optimum Electrospray Ionization (ESI) parametreleri; 350°C ara yüz sıcaklığı, 250°C DL sıcaklığı, 400°C ısı bloğu sıcaklığı, 3L/dk. Nebullizer gaz akışı ve 15 L/dk. kurutucu gaz akışı olarak belirlendi (Köksal ve ark., 2017).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kuru madde analiz sonuçları

Sarımsak örneklerinin kuru madde miktarları analizi sonucu; % 61.92 oranında nem ve % 38.08 oranında kuru madde içerdiği tespit edildi. Sonuçlar bu oran dikkate alınarak hesaplandı. Bitki örneklerinde içerik analizi yapılırken, kuru madde miktarının belirlenmesi sonucun daha anlamlı ve hesaplanabilir olabilmesi açısından önem teşkil etmektedir. Literatürde sarımsakla ilgili diğer içerik analiz çalışmalarında da kuru madde esas dikkate alınarak hesaplanmıştır. Taban ve ark., (2013) yaptıkları çalışmada; Sarımsak yumrularında kuru madde ilkesine göre 3.535-9.330 mg kg-1 selenyum saptamışken, bu

değer taze ağırlık ilkesine göre hesaplandığında; 0.884-2.333 mg kg-1 arasında belirlenmiştir. Genel ortalama, kuru madde ilkesine göre 6.488 mg Se kg-1 iken, taze ağırlık ilkesine göre ise 1.622 mg Se kg-1 olarak saptandığını rapor etmişlerdir.

Standart karışımın LC-MS/MS validasyon çalışma bulguları

Standart karışımında bulunan; 25 fenolik bileşiğe ait LC-MS/MS validasyon çalışmasının sonuçları Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Standart karışımın LC-MS/MS analiz metoduna ait analitik parametreleri.

Table 1. Analytical parameters of the standard mixture for LC-MS/MS analysis method.

Standartlar Standards	Ana iyon (m/z) ^a Main ion (m/z) ^a	RSD % ^b RSD % ^b	LOD/LOQ (µg L ⁻¹) ^c LOD/LOQ (µg L ⁻¹) ^c	Geri kazanım (%) Recovery (%)	U ^d U ^d	RT ^e RT ^e	R ² ^e R ² ^e	Denklemler Equation
Kuersetin Quercetin	300.90	0.0136	22.5/25.7	1.00130	0.0298	6.091	0.999	Y=(13.7831)X+(-146.951)
Asetohidroksamik Asit Acetohydroxamic Acid	43.01	0.0082	2.8/8.2	1.00075	0.0167	1.986	0.999	Y = (150.982)X + (23.1833)
Kateşin Hidrat Catechin hydrate	152.95	0.0236	8.2/11.4	0.99404	0.0523	4.958	0.999	Y = (79.2933)X + (-2406.22)
Vanililik Asit Vanillic Acid	166.90	0.0062	125.5/142.2	1.00093	0.0208	6.026	0.997	Y = (48.0522)X + (-876.904)
Resveratrol Resveratrol	227.0	0.0131	9.0/13.6	0.9985	0.0265	5.713	0.997	Y = (46.4361)X + (-1314.61)
Fumarik Asit Fumaric Acid	115.00	0.0047	25.2/31.3	0.99748	0.0116	3.674	0.998	Y = (20.2986)X + (-762.592)
Gallik Asit Gallic acid	168.85	0.0136	0.90/1.6	1.00004	0.0288	4.134	0.999	Y = (65.3835)X + (-2699.84)
Kafeik Asit Caffeic Acid	178.95	0.0137	6.3/10.7	1.00917	0.0254	5.283	0.996	Y = (124.785)X + (-487.132)
Floridzin Dihidrat Floridzin Dihydrate	436.5	0.0564	61.0/207.0	1.0001	0.1272	5.646	0.998	Y = (33.4069)X + (-1396.90)
Oleropin Oleuropein	377.123	0.0694	0.05/1.0	0.997	0.1364	5.643	0.998	Y = (25.9240)X + (-558.916)
4-Hidroksisanimik Asit 4-Hydroxy Cinamic Acid	222.95	0.0139	8.7/16.1	1.00164	0.0281	5.738	0.995	Y = (13.1516)X + (717.421)
Elagik Asit Elagic Acid	301.00	0.0856	0.101/0.333	1.00232	0.154	5.895	0.999	Y = (5.25903)X + (-1167.31)
Mirisetin Myricetin	317.00	0.0079	55.4/59.6	0.99982	0.0148	5.858	0.999	Y = (37.0934)X + (2684.23)
Protokateşik asit Protocatechuic acid	152.95	0.0129	30.3/35.4	1.01070	0.0243	4.96	0.997	Y=(307.55)X + (31226.26)
Silimarin Silymarin	482.00	0.0138	0.5/1.2	0.9984	0.0302	5.987	0.995	Y = (31.9969)X + (-1823.79)
2-Hidroksi 1.4Naftakinon 2-Hydroxy 1.4 Naphthaquinone	206.5	0.0121	0.5/1.5	0.9989	0.0256	6.58	0.997	Y = (203.469)X + (29033.1)
Pirokatekol Pyrocatechol	109.00	0.0134	22.7/28.6	0.9998	0.0258	6.42	0.998	Y=(32.87)X + (15856)
Naringenin Naringenin	270.95	0.0205	5.4/6.4	0.99883	0.0521	6.104	0.995	Y = (317.241)X + (33733.3)
Luteolin Luteolin	284.75	0.0057	0.5/2.5	1.00772	0.0174	6.19	0.997	Y = (34.6668)X + (3721.79)
Kemferol Kemferol	284.75	0.0144	206.6/214.3	0.99971	0.0209	6.288	0.999	Y = (2.63905)X + (-206.494)
Kurkumin Curcumin	369.30	0.0598	0.1/0.75	1.0121	0.1023	6.516	0.996	Y = (227.706)X + (-10111.1)
Timokinon Thymoquinone	165.08	0.0766	1.5/4.5	0.9986	0.1482	6.632	0.999	Y = (60.4553)X + (2285.92)
Alizarin Alizarin	239.05	0.035	65.2/77.5	0.9667	0.0794	6.800	0.998	Y = (3.97487)X + (1614.23)
4-Hidroksibenzoik Asit 4-Hydroxybenzoic Acid	136.95	0.0154	30.5/40.25	0.99662	0.0426	6.130	0.998	Y = (735.804)X + (-498.102)
Salisilik Asit Salicylic acid	136.95	0.0124	4.2/7.6	1.00989	0.0258	6.104	0.999	Y = (746.369)X + (6072.41)

^a Ana iyon(m/z): Standard bileşiklerin moleküler iyonları (m/z oranı), ^b RSD: Bağlı standart sapma, ^c LOD/LOQ (µg/L): Belirleme sınırı/Tayin sınırı, ^d U (%): 95% güven seviyesinde bağlı standart belirsizlik (k=2), ^e RT: Alıkonma zamanı, ^f R²: Belirleme katsayısı

^a Main ion (m/z): Molecular ions of standard compounds (m / z ratio), ^b RSD: Relative standard deviation, ^c LOD/LOQ (µg/L): Determination limit / Detection limit, ^d U (%):Relative standard uncertainty at 95% confidence level (k=2), ^e RT: Retention time, ^f R²: Determination coefficient

Analitik yöntemin uygulanabilirliği ve standart bileşiklerin kalitatif ve kantitatif tayini bu verilerle doğrulanmıştır. Çalışılan standart bileşiklerin doğrusal regresyon alıntıları ve doğrusallık aralıkları Çizelge 1'de verilmiştir. Korelasyon

katsayıları 0,99'dan yüksek bulunmuştur. Analitik yöntemin tespit limiti (LOD) ve nicelik limiti (LOQ), Çizelge 1'de gösterildi. İncelenen bileşikler için, LOD; 0.5–206.8 µg/L arasında değişti ve LOQ; 0.1-214.3 µg/L arasında değişti. Ayrıca, fenolik

bileşiklerin geri kazanımları; % 96.6 ile % 101.1 arasında değişmektedir. Literatürde fenolik bileşen analizi için yapılan metod validasyon çalışmaları fazlasıyla mevcuttur. Bizim validasyon sonuçlarımız, literatürdeki verilerle paralellik arz etmektedir ve korelasyon aralıkları literatür verilerindeki sınırlar içerisinde bulunmuştur. Zhu ve ark., (2012) yaptıkları metod validasyon çalışmasında; tüm kalibrasyon eğrilerinin korelasyon katsayıları 0,9990'dan yüksek, geri kazanımların ise % 95.9 ile % 106 arasında değişmekte olduğunu belirlemişlerdir. Yine Agar ve ark., (2015) *Achillea* türleri için yaptıkları LC-MS/MS validasyon çalışmasında; LOD: 0.05–25.8 $\mu\text{g L}^{-1}$ ve LOQ: 0.17-85.9 $\mu\text{g L}^{-1}$ arasında değiştiğini, ayrıca, fenolik bileşiklerin geri kazanımları; % 96.9 ile % 106.2 arasında değiştiğini rapor ederek, bizim sonuçlarımızla örtüşen veriler elde etmişlerdir.

TDS farklı ekstraksiyonlarının LC-MS/MS ölçüm sonuçları

TDS farklı ekstraksiyonlarının LC-MS/MS sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; toplam 25 fenolik bileşik içerisinde, 16 tanesi TDS farklı ekstraktları içerisinde tespit edilebilmiştir. Etanol ekstresinde 15; Metanol ekstresinde 12; etanol/su (1/1) ekstresinde 15; su ekstresinde 11 ve hidrolize edilmiş ekstre içerisinde ise 13 fenolik bileşik tespit edilmiştir.

Çizelge 2'de yeralan sonuçlara göre; TDS'nin major fenolik bileşiklerinin; pirokatekol, vanilik asit ve fumarik asit olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca 4-Hydroxycinnamic asit, kuersetin ve kafeik asitin ikincil major bileşenler oldukları anlaşılmaktadır. TDS nin fenolik içeriğinin çeşitlilik açısından zengin, ancak miktar açısından fakir olduğu belirlenmiştir. Alarcón-Flores ve ark., (2014) kültür sarımsağı (*Allium sativum*) için yaptıkları fenolik bileşen analizinde, major bileşen olarak; kafeik asit (1.7 ila 28.3 mg kg^{-1}) ve kuersetin (9.0 ila 18.9 mg kg^{-1}) bileşiklerini belirlemiştir. Onlarda tıpkı bizim gibi, genel olarak sarımsağın toplam içeriğinin, diğer matrislere göre çok daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Simin ve ark., (2013) *Allium flavum* metanol ekstraktları

için yaptıkları LC-MS/MS ile fenolik bileşen analizinde, major bileşen olarak; ferulik, p-kumarik, kafeik, p-hidroksibenzoik, vanilik, protokatekik ve siringik asit, rutin, kuersetin ve kaempferol bileşiklerini tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara göre bizim çalıştığımız sarımsak türünde tespit ettiğimiz fenolik bileşenler, hemen hemen ortak olmakla beraber, major bileşen noktasında birbirlerinden farklılık arz ettikleri görülmektedir. Farklı sarımsak türlerinin major bileşenleri birbirinden farklı olabilmektedir. Nitekim Emir ve ark., (2020) yaptıkları çalışmaya göre; *Allium nigrum* L. ve *Allium subhirsutum* L. sarımsak türlerinin major bileşenleri; 3-hidroksibenzoik asit, kumarik asit ve epigallocateşin gallat olarak bulunmuştur. Phan ve ark (2019), Avusturalya'da yetiştirilen kültür sarımsağında (*Allium Sativum* L.) yaptıkları LC-MS/MS analizinde, major bileşenin para-kumarik asit ve ferulik asit olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar bizim çalıştığımız TDS'ndeki sonuçlarla farklılık göstermektedir. Bu sonuçlar ise; bu sarımsak türünün, kültür sarımsağı ve diğer endemik sarımsaklardan içerik olarak farklı olduğuna işaret etmektedir.

Ekstraksiyonda çözücü farklılığının major bileşeni belirlemede oldukça önemli olduğu görülmüştür. Çünkü saf etanol ve metanol çözücüleri kullanıldığında major bileşen; vanilik asit iken, çözücü olarak su tercih edildiğinde major bileşenin; pirokatekol ve fumarik asit olduğu belirlenmiştir. Diğer bileşenler için ise; çözücü değişiminin, bileşenin miktarına oldukça önemli değişiklikler kattığı anlaşılmıştır. Ekstraksiyon yöntemi değiştiğinde; fenolik bileşiklerin çeşitliliğinde arttığı görülmüştür. Bu durum ise, bitkilerdeki fenolik bileşen karakterizasyonunda, farklı yöntemler kullanılmasının, oldukça önemli olduğunu göstermiştir. Literatür verileri de bizim sonuçlarımızı desteklemektedir (Hamuel, 2012; Noda ve ark., 2013; Khoddami ve ark., 2013). Fenolik asitler genellikle bitkilerde serbest, esterleşmiş veya glikosile edilmiş formda bulunur. Asidik ve alkali hidroliz, fenoliklerin bitkilerden izole edilmesinde kullanılır ve fenoliklerin

ekstrakttaki stabilitesi için önemlidir (Haghi ve Hatami, 2010; Vichapong ve ark., 2010). Yünlü ve Kır (2016) soğan ve sarımsak üzerine yapmış oldukları çalışmada; üç farklı yöntemle hazırlanan örnekler için en iyi ekstraksiyon yönteminin, 1,2 M HCl içeren %50 metanol ile 80 °C'de 2 saat

hidrolizasyon olduğunu bildirmişlerdir. Prinç, buğday, çavdar ve tritikalede yapılan hidrolizasyon çalışmalarında fenolik asitlerin, hidrolize edilmesiyle daha iyi karakterize edildiği gösterilmiştir (Weidner ve ark., 1999).

Çizelge 2. Farklı ekstraksiyon yöntemi ve farklı çözümler kullanılarak, 25'lik yöntemle yapılan LC-MS/MS analizine ait sonuçlar
Table 2. Results of by using 25 standard compounds LC-MS/MS analysis using different extraction methods and different solvents.

Komponent/Çözgen Component / solvent	Etanol ($\mu\text{g L}^{-1}$) Ethanol ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Su ($\mu\text{g L}^{-1}$) Water ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Etanol/Su (1/1) ($\mu\text{g L}^{-1}$) Ethanol/Water (1/1) ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Metanol ($\mu\text{g L}^{-1}$) Methanol ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Hidroliz ($\mu\text{g L}^{-1}$) Hydrolysis($\mu\text{g L}^{-1}$)
Kuersetin <i>Quercetin</i>	145.65±0.43	176.67±0.052	47.95±0.014	109.93±0.033	34.78±0.011
Asetohidroksamik Asit <i>Acetohydroxamic Acid</i>	10.03±0.002	N.D.	11.88±0.002	N.D.	N.D.
Kateşin Hidrat <i>Catechin hydrate</i>	25.69±0.013	33.798±0.017	24,301±0.013	27.336±0.014	18.04±0.009
Vanilik Asit <i>Vanillic Acid</i>	1 554.0±0.24	1 305.96±0.275	1 887.24±0.397	1 627.19±0.338	1 277.84±0.265
Resveratrol <i>Resveratrol</i>	69.1±0.018	31,14±0.008	98.31±0.026	23.88±0.0063	15.61±0.004
Fumarik Asit <i>Fumaric Acid</i>	1 412.2±0.29	1 812.34±0.211	344.08±0.039	576.66±0.066	2 055.02±0.427
Gallik Asit <i>Gallic acid</i>	4.41±0.0012	3.40±0.004	6.11±0.002	3.69±0.001	2.54±0.0007
Kafeik Asit <i>Caffeic Acid</i>	12.18±0.0031	N.D.	10.93±0.002	210.81±0.054	N.D.
Floridzin Dihidrat <i>Floridzin Dihydrate</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Oleropin <i>Oleuropein</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4-Hidroksisinamik Asit <i>4-Hydroxy Cinamic Acid</i>	135.5±0.0381	301.52±0.008	26.19±0.007	171.35±0.048	447.44±0.125
Elagik Asit <i>Elagic Acid</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Mirisetin <i>Myricetin</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Protokateşik asit <i>Protocatechuic acid</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Silimarin <i>Silymarin</i>	7.74±0.0023	12.42±0.0037	N.D.	6.29±0.0019	N.D.
2-Hidroksi 1.4Naftakinon <i>2-Hydroxy 1.4 Naphthaquinone</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.701±0.0004
Pirokatekol <i>Pyrocatechol</i>	N.D.	14018.98±3.61	7509.64±1.937	N.D.	N.D.
Naringenin <i>Naringenin</i>	3.32±0.0017	N.D.	4.37±0.002	N.D.	3.33±0.0017
Luteolin <i>Luteolin</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Kemferol <i>Kemferol</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Kurkumin <i>Curcumin</i>	1.25±0.0013	N.D.	1.61±0.0016	1.06±0.0018	0.86±0.0008
Timokinon <i>Thymoquinone</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Alizarin <i>Alizarin</i>	19.98±0.0158	N.D.	17.62±0.013	28.92±0.022	17.62±0.014
4-Hidroksibenzoik Asit <i>4-Hydroxybenzoic Acid</i>	20.06±0.0085	7.87±0.003	29.13±0.012	32.24±0.014	5.51±0.002
Salisilik Asit <i>Salicylic acid</i>	10.12±0.0026	25.91±0.006	20.31±0.005	N.D.	37.35±0.009

N.D.; Tespit edilemedi, ±; standart sapma değeri), µg; Mikro gram, L; Litre
N.D.; No detected, ±; The standard deviation value, µg; Micro gram, L; Liter

Farklı çözücüler de fenolik bileşiklerin karakterizasyonunda farklı sonuçlara neden olmaktadır. Çünkü çözücülerin polaritesi birbirinden farklıdır, bu yüzden polaritesi birbirine en yakın olanlar (çözünen/çözgen) birbirinde daha iyi çözünür ve bu durum da sonuca olumlu olarak etki eder. Genellikle metanol en iyi çözücü olarak nitelendirilmektedir. *Potentilla atrosanguinea*'nın farklı çözücülerle ekstraksiyonunun, fenolik bileşenler üzerindeki etkisi üzerine yapılan bir araştırmada; % 50 sulu etanol çözücüsünün, saf etanol, saf metanol ve % 50 sulu asetonun daha verimli olduğunu göstermişlerdir (Kalia ve ark., 2008). Bu farklılıklar, ilgili bitkilerin fenolik bileşenlerinin özelliklerinden kaynaklanabilir. Optimum ekstraksiyon çözücüsünün seçilmesine ek olarak, bitkilerden elde edilen fenoliklerin verimini etkileyen, zaman ve sıcaklık gibi iki önemli parametre daha vardır. Normal olarak, artan zaman ve sıcaklık, analit çözünürlüğünü arttırır. Bununla birlikte, bitkilerde bulunan fenolikler, uzun ekstraksiyon süreleri ve yüksek sıcaklıklar nedeniyle enzimatik oksidasyon gibi istenmeyen reaksiyonlara maruz kalır ve bozulur (Khoddami ve ark., 2013). Bu sorunlar ise; ekstraksiyon işleminde, bir teknik ve bir çözgenle sınırlı kalınmaması ve tekniklerin çeşitlendirilmesi gerektiği sonucunu doğurmaktadır.

Fenolikleri ekstrakte etmek için en yaygın kullanılan teknikler organik veya inorganik olan solventler kullanmaktır. Ekstraksiyon süresi, sıcaklık, solvent-numune oranı, numunenin tekrarlanan ekstraksiyonlarının sayısı ve ayrıca solvent tipi dahil olmak üzere çeşitli parametreler fenoliklerin verimini etkileyebilir. Su, aseton, etil asetat, alkoller (metanol, etanol ve propanol) ve bunların karışımları gibi özütleme çözücülerinin seçimi, çıkarılan fenoliklerin verimini etkileyeceği literatür verilerinde mevcuttur (Khoddami ve ark., 2013).

Sonuçlar

Bu çalışmada; 25 fenolik bileşik kullanılarak, yeni bir LC-MS/MS metodu geliştirilmiştir. TDS içeriğinde toplam 25 farklı fenolik bileşen

taranmış ve 16 fenolik bileşenin var olduğu tespit edilmiştir. Tek bir çözgen, ya da tek bir yöntemle ortalama 13±2 adet fitokimyasal tespit edilebildiğimiz halde, ekstraksiyon yönteminin ve kullanılan çözgenin değişmesi sonucu, bu sayı 16 adete çıkmıştır. Yani tespit edilen bileşik oranı % 60 artmıştır. Ayrıca tüm parametreler karşılaştırıldığında; ekstraksiyon yöntemi ve çözgen farklılığı, toplam 8 fenolik bileşiğin tespit edilmesini sağlamıştır. Örneğin; 2-Hidroksi 1-4-Naftakinon bileşiği, sadece hidroliz edilen ekstrelerde tespit edilebilmiştir. Ayrıca prokatekol gibi, TDS'ında tespit edebildiğimiz yüksek miktarda bileşik olma özelliğine sahip olan komponent ise; sadece suyun çözücü olduğu sistemlerde görülebilmektedir. Bu verilere göre; sarımsakta fitokimyasal bileşiklerin aranmasında, tek bir çözgen ve yöntemin yeterli olamayacağı sonucuna varılmıştır.

Ekler

Bu çalışma tamamen Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje no: 16187) tarafından desteklenmiştir. Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi çalışanlarına ve metod gelişiminin öncüleri olan; Mustafa Abdullah Yılmaz'a ve Eyüp Karaoğul'a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Agar, O. T., Dikmen, M., Ozturk, N., Yılmaz, M. A., Temel, H., & Turkmenoglu, F. P. (2015). Comparative studies on phenolic composition, antioxidant, wound healing and cytotoxic activities of selected *Achillea* L. species growing in Turkey. *Molecules*, 20(10), 17976-18000.
- Ağbaş, B., Karakuş, D., Adıgüzel, R., Keser, S., & Demir, E. (2013). Tunceli sarımsağının (*Allium tuncelianum*) toplam antioksidan özelliklerinin ve kuru madde içeriğinin normal sarımsak (*Allium sativum*) ile karşılaştırılması. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 1(2), 50-62.
- Alarcón-Flores, M. I., Romero-González, R., Vidal, J. L. M., & Frenich, A. G. (2014). Determination of phenolic compounds in artichoke, garlic and spinach by ultra-high-performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry. *Food analytical methods*, 7(10), 2095-2106.
- Aydın, S. Ö., & Köçkar, F. (2008). Farklı genomik dna izolasyon yöntemlerinin satureja (*labiatae*) türlerinde uygulanması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri*

- Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 52-60.
- Çetintaş, Y., Erol, E., Sıcak, Y., Öztürk, M., & Duru, M. E. (2009). Tricholoma terreum (Schaeff.: Fr) Kumm.'un Farklı Ekstraksiyon Yöntemleriyle Elde Edilen Ekstrelerinde Antioksidan, Antikolinesteraz ve Üreaz, İnhibisyon Aktivitelerinin Araştırılması. *Bioresource Technology*, 100, 1682-1686.
- Demir, Y., Işık, M., Gülçin, İ., & Beydemir, Ş. (2017). Phenolic compounds inhibit the aldose reductase enzyme from the sheep kidney. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, 31(9), <https://doi.org/10.1002/jbt.21935>
- Doughari, J. H. (2012). *Phytochemicals: extraction methods, basic structures and mode of action as potential chemotherapeutic agents*. Rijeka, Croatia: INTECH Open Access Publisher. <https://doi.org/10.5772/26052>
- Emir, A., Emir, C., & Yıldırım, H. (2020). Characterization of phenolic profile by LC-ESI-MS/MS and enzyme inhibitory activities of two wild edible garlic: Allium nigrum L. and Allium subhirsutum L. *Journal of Food Biochemistry*, e13165.
- Haghi, G., & Hatami, A. (2010). Simultaneous quantification of flavonoids and phenolic acids in plant materials by a newly developed isocratic high-performance liquid chromatography approach. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(20), 10812-10816. <https://doi.org/10.1021/jf102175x>
- Hertog, M. G., Hollman, P. C., & Venema, D. P. (1992). Optimization of a quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in vegetables and fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40(9), 1591-1598. <https://doi.org/10.5772/26052>
- Hirschegger, P., Jakše, J., Trontelj, P., & Bohanec, B. (2010). Origins of Allium ampeloprasum horticultural groups and a molecular phylogeny of the section Allium (Allium: Alliaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54(2), 488-497. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2009.08.030>
- Isik, M., Korkmaz, M., Bursal, E., Gulcin, I., Koksai, E., Tohma, H., ... & Guclu, K. (1993). Antioxidant properties of phenolic compounds. *International Journal of Pharmacology*, 11(4), 7915-7922. <https://doi.org/10.3923/ijp.2015.366.371>
- İnanç, A., Yüksel, D., (2018). İhlamur Bitkisinin (Tilia cordata) Katı-Sıvı Ekstraksiyonunda Toplam Fenolik Madde Kinetiğinin Matematiksel Modellenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22 (1), 12-20. DOI: 10.29050/harranziraat.315709.
- Kalia, K., Sharma, K., Singh, H. P., & Singh, B. (2008). Effects of extraction methods on phenolic contents and antioxidant activity in aerial parts of Potentilla atrosanguinea Lodd. and quantification of its phenolic constituents by RP-HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(21), 10129-10134. <https://doi.org/10.1021/jf802188b>
- Kasim, T., 2015. Measurement of in vitro antioxidant activity of Tunceli rural garlic (Allium tuncelianum), determination of its effect on the antioxidant enzyme activity and anticancer characteristics on rats. Inonu University.Malatya.
- Kesen, S., 2019. Using chromatographic methods in detection of olive oil adulteration. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(3), 335-344.
- Taban, S., Turan, M. A., Sezer, S. M., & Türkmen, N. (2013). Kastamonu Taşköprü yöresinde yetiştirilen sarımsak bitkisinin selenyum içerikleri ve bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 39-48.
- Takım, K., Kutlu, T., Karaaslan, M.G., & Yılmaz, M.A. (2018). Tunceli Dağ Sarımsağının (Allium tuncelianum) Rat Kalp Dokusu Antioksidan Enzim Düzeylerine Etkisi ve Fenolik Bileşenlerinin Karakterizasyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5), 632-643.
- Khoddami, A., Wilkes, M. A., & Roberts, T. H. (2013). Techniques for analysis of plant phenolic compounds. *Molecules*, 18(2), 2328-2375. <https://doi.org/10.3390/molecules18022328>
- Köksal, E., Tohma, H., Kılıç, Ö., Alan, Y., Aras, A., Gülçin, I., & Bursal, E. (2017). Assessment of antimicrobial and antioxidant activities of Nepeta trachonitica: analysis of its phenolic compounds using HPLC-MS/MS. *Scientia pharmaceutica*, 85(2), 24. <https://doi.org/10.3390/scipharm85020024>
- Noda, Y., Asada, C., Sasaki, C., Hashimoto, S., & Nakamura, Y. (2013). Extraction method for increasing antioxidant activity of raw garlic using steam explosion. *Biochemical engineering journal*, 73, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2013.01.013>
- Özhatay, N. (2002). Diversity of bulbous monocots in Turkey with special reference. Chromosome numbers. *Pure and Applied Chemistry*, 74(4), 547-555. <https://doi.org/10.1351/pac200274040547>
- Pandey, M., Debnath, M., Gupta, S., & Chikara, S. K. (2011). Phytomedicine: An ancient approach turning into future potential source of therapeutics. *Journal of Pharmacognosy and phytotherapy*, 3(1), 113-117.
- Paka, B.Π. (2003). Extract of garlic (Allium sativum) in cancer chemoprevention. *Experimental oncology*, 25, 93-97.
- Phan, A. D. T., Netzel, G., Chhim, P., Netzel, M. E., & Sultanbawa, Y. (2019). Phytochemical Characteristics and Antimicrobial Activity of Australian Grown Garlic (Allium Sativum L.) Cultivars. *Foods*, 8(9), 358.
- Ramluckan, K., Moodley, K. G., & Bux, F. (2014). An evaluation of the efficacy of using selected solvents for the extraction of lipids from algal biomass by the soxhlet extraction method. *Fuel*, 116, 103-108. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.07.118>.
- Simin, N., Orcic, D., Cetojevic-Simin, D., Mimica-Dukic, N., Anackov, G., Beara, I., ... & Bozin, B. (2013). Phenolic profile, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activities of small yellow onion (Allium flavum L. subsp. flavum, Alliaceae). *LWT-Food Science and Technology*, 54(1), 139-146.
- Vichapong, J., Sookserm, M., Srijesdaruk, V., Swatsitang, P., & Srijaranai, S. (2010). High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties. *LWT-Food Science and Technology*, 43(9), 1325-1330. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.007>
- Weidner, S., Amarowicz, R., Karamać, M., & Dąbrowski, G. (1999). Phenolic acids in caryopses of two cultivars of wheat, rye and triticale that display different resistance to pre-harvest sprouting. *European Food Research and Technology*, 210(2), 109-113. <https://doi.org/10.1007/s002170050544>

Yıldırım, A., Atasoy, A., (2017). Change in Weight and Dimensions of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp.) during Soaking. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 420-430. DOI: 10.29050/harranziraat.330112.

Yünlü, S., Kır, E., (2016). Soğan (*Allium cepa*) ve Sarımsaktaki (*Allium sativum*) Bazı Fenolik Bileşiklerin HPLC Yöntemiyle Tayin Edilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(3), 566-

574. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.27403>.

Zhu, Z. W., Li, J., Gao, X. M., Amponsem, E., Kang, L. Y., Hu, L. M., & Chang, Y. X. (2012). Simultaneous determination of stilbenes, phenolic acids, flavonoids and anthraquinones in *Radix polygoni multiflori* by LC-MS/MS. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 62, 162-166.



Tarla Küsküt'ünün (*Cuscuta campestris* Yunck.) Dila biberi (*Capsicum annum* L.)'nin fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi

The effect of field dodder (Cuscuta campestris Yunck.) on the phenological and pomological characteristics of Dila pepper (Capsicum annum L.)

Tamer ÜSTÜNER^{1*}

¹Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş

To cite this article:

Üstüner, T. (2020). Tarla küsküt'ün (*Cuscuta campestris* Yunck.) Dila biberi (*Capsicum annum* L.) fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 53-63.
DOI:10.29050/harranziraat.621271

Address for Correspondence:
Tamer ÜSTÜNER
e-mail:
tamerustuner@ksu.edu.tr

Received Date:
17.09.2019
Accepted Date:
01.11.2019

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Bu çalışmada Tarla küsküt'ün (*Cuscuta campestris* Yunck.) Dila biberi (*Capsicum annum* L.) fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Aynı zamanda, deneme alanında Tarla küsküt yoğunluğu fide evresinde 19.58 adet m⁻², çiçeklenme evresinde 10.90 adet sürgün/bitki ve meyve evresinde ise 14.75 adet sürgün/bitki bulunmuştur. Tarla küsküt'ün yoğunluk skalasına göre her üç evrede de çok yoğun olduğu hesaplanmıştır. Küskütün Dila biberine farklı 3 dönemde (Fide, Çiçeklenme ve Meyve oluşum evresinde) infekte edilerek biberin fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Tarla küsküt'ün biberde meydana getirdiği fenolojik ve pomolojik kayıpların toplamı fide evresinde % 100, çiçek evresinde % 52.97 ve meyve evresinde ise % 27.73 hesaplanmıştır. Tarla küskütün biber veriminde meydana getirdiği kayıp oranı ise; fide evresinde infeksiyon olduğunda % 100, çiçek evresinde % 34.22 ve meyve evresinde %17.02 hesaplanmıştır. Tarla küsküt'ün Dila biberi fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi istatistiki analiz sonucuna göre önemli ve farklı bulunmuştur. Dila biberinin Tarla Küsküt'üne karşı hassas olduğu bu çalışma ile ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dila biberi (*Capsicum annum* L.), Tarla küsküt'ü (*Cuscuta campestris* Yunck.), Yoğunluk, Fenoloji ve pomoloji

ABSTRACT

In this study, the effect of field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) on the phenological and pomological characteristics of Dila pepper (*Capsicum annum* L.) was investigated. At the same time, dodder density in the trial area was 19.58/m² in the seedling stage, 10.90 branch/plant in flowering stage and 14.75 branch/plant in fruit stage. It was calculated that the field dodder was very dense in all three stages according to the density scale. The effects of dodder on the phenological and pomological properties of the pepper were investigated in 3 different periods (seedling, flowering and fruit formation stage). The sum of phenological and pomological losses caused by field dodder in pepper was calculated as 100 % in seedling stage, 52.97 % in flower stage and 27.73 % in fruit stage. The rate of loss caused by field dodder in pepper yield is 100% loss in seedling stage, 34.22 % in flower stage and 17.02 % in fruit stage. The effect of field dodder on the phenological and pomological characteristics of Dila pepper was found to be significant and different according to the results of statistical analysis. Dila pepper has been shown to be sensitive to field dodder in this study.

Key Words: Dila pepper (*Capsicum annum* L.), Field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.), Density, Phenology and pomology

Giriş

Biber (*Capsicum annum* L.), Dünyada ve Ülkemizde çok geniş yelpazede tüketilen önemli bir sebze türüdür. Dünya biber üretiminde ilk üç sırada bulunan ülkeler; Vietnam 252.576 ton ile 1.sırada, Endonezya 87.029 ton ile 2.sırada ve Brezilya 79.371 ton ile 3.sırada yer almıştır (FAO 2017). Türkiye' de biber üretimi illere göre ise Adana 106.372 ton ile 1.sırada, Antalya 94.192 ton ile 2.sırada ve Bursa 83.793 ton ile 3.cü sırada yer alırken Kahramanmaraş ise 12.146 ton ile 9.cu sırada yer almıştır (TUİK, 2018).

Ülkemizde kırmızıbiber ekim alanının yaklaşık %48'i ve üretimin ise %65'i Kahramanmaraş ve Gaziantep illerinde yapılmaktadır (Akbaş ve ark., 2012). Kahramanmaraş'ta üretilen biberin büyük bir kısmı baharat olarak kullanılmak üzere toz biber ve pul biber yapımında kullanılmaktadır. Özellikle ülkemizin birçok bölgesinde talebinin yoğun olduğu toz biber, pul biber ve salça yapımına da bu kalite yansımakta ve bu özellikler Kahramanmaraş biberinin önemini daha fazla arttırmaktadır (Duman ve ark., 2002).

Ekonomik değeri oldukça yüksek olan kırmızıbiber, A ve C vitaminlerince oldukça zengindir (Doymaz ve Pala, 2002). Taze tüketimin yanında, toz biber, salça, közleme, sos, turşu ve ana yemeklerin içerisinde çok değişik şekillerde değerlendirilmekte ve konserve içeriğinde aromatik besin maddesi olarak kullanılmaktadır (Topak ve ark., 2008).

Biber yetiştiriciliğinde hastalık ve zararlılar gibi birçok sorunla karşılaşmaktadır. Bu sorunlardan bir tanesi de yabancı otlardır. Yabancı otlar biber ile su ve suda erimiş besin elementleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn vb.) yönünden rekabete girerek biber bitkisinin hem vejetatif hem de generatif gelişimini olumsuz etkilemektedir. Biber'de sorun olan önemli yabancı ot türlerinden biri de küsküt'tür (*Cuscuta* spp.). Bu tam parazit bitki olup tüm besin elementlerini konukçusu olan kültür bitkilerinden almaktadır. Dolayısıyla kültür bitkilerinde hem verim hem de kalite kaybına neden olmaktadır. Parazit bitkiler, yaşamlarının bir bölümünde ya da tamamında bir konukçu bitkiye ihtiyaç gösteren bitkilerdir. Bitki gövdesi

genellikle ipliksi yapıdadır. Tarla Küsküt'ü (*Cuscuta campestris* Yunc.), *Cuscuta* cinsi, Convolvulaceae familyası, Solanales takımına ait yıllık ve tam parazit bir bitkidir. Tarla küsküt'ü tutunduğu bitkinin etrafını sararak, güneşlenme, havalanma, gelişme ve büyüme gibi fizyolojik faaliyetlerine de engel olduğundan dolayı kültür bitkisini zayıf ve güçsüz bırakarak verim ve kalitenin önemli ölçüde düşmesine sebep olan tam parazit bitkidir. Küskütün yaprakları yok ve klorofil içermez. Küsküt sahip olduğu haustorium ile konakçı bitkilerden beslenmektedir (Yuncker, 1932; Davis, 1978; Dawson, 1984; Fang ve ark., 1995).

Küsküt turuncu gövde üzerinde çiçekleri küçük olup kimos çiçek durumunda olup salkım halinde çiçekler açmaktadır. Çiçekler 2-3 mm boyunda, pedisel (çiçek sapı), çiçek boyundan kısa, çiçekler kompakt çiçek topluluklarında toplanmıştır. Kapsül 3.0-3.5 mm çapında basık yuvarlak şekillidir. Meyve kapsülü içerisinde sarımsı-turuncu renkte daha sert kabuklu tohumlar bulunur (Lawrence, 1965). Küsküt'ün yaşam döngüsü, tohum çimlenme evresi, konukçuya tutunmadan önceki evre ve parazitik evre konukçu üzerindeki gelişimi olmak üzere 3 evrede görülür. Küsküt gövdesi konukçu bulup tutunursa yaşamını sürdürür, tutunamazsa ölür. Küskütün gövde ucu saat ibresinin aksi yönünde hareket ederek ulaştığı konukçuya sarılır. Böylece konukçusundan yaşamı için gerekli su, organik ve inorganik maddeleri alır (Nemli, 1978; Agrios, 2005; Lanini ve Kogan, 2005).

C. campestris Kuzey Amerika orijinli olup, Güney Amerika, Avrupa, Asya, Afrika ve Avustralya kıtalarında yaygındır. Tarla küsküt'ü dünyada geniş bir coğrafi dağılıma sahip olup, birçok tarla bitkilerinin yanı sıra; biber, domates, patlıcan, havuç, yonca, soğan, baklagil, kavun, karpuz, patates, karabiber ve şeker pancarını parazitleyerek beslenmekte ve % 50'ye yakın verim kaybı bazı durumlarda ise % 90'a varan verim kaybı olabilmektedir (Parker ve Riches, 1993; Holm ve ark., 1997; Nadler-Hassar ve Rubin, 2003; Lanini ve Kogan, 2005; Zharasov, 2009). Dünya genelinde küsküt'ün 200 tür ve 70 varyetesi bulunmaktadır (Costea ve Stevanovic, 2010).

Davis (1978) tarafından Türkiye’de yapılan bir araştırmada, 21 adet *Cuscuta* taksonu bulunduğu, Kahramanmaraş’ta ise 2 tür doğal olarak yayılış gösterdiği bildirilmiştir. Anadolu’da *C. campestris*’in 55 konukçusu saptanmıştır. Çoğunlukla otsu olan bitkilerden 27’sinin tarım bitkisi olduğu anlaşılmıştır. Bu türün en yaygın olarak bulunduğu kültür bitkileri; *Beta vulgaris* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium spp.*, *Vicia faba* L., *C. annuum* L., *Allium cepa* L., *Daucus carota* L., *Vicia sativa* L., *Solanum melongena* L., *Cicer arietinum* L., *Vitis vinifera* L., *Cucumis melo* L., *Solanum tuberosum* L. ve *Lycopersicon esculentum* Mill. gibi bitkilerinin olduğu bildirilmiştir (Nemli, 1978; Parker ve Riches, 1993).

Anadolu’da kültür bitkilerinde *C. campestris*, *C. europaea* ve *C. epithymum* % 25-49 oranında rastlanmıştır. Tokat ilinde şeker pancarı üretiminde *C. campestris* oranı % 32-36 oranında gözlenmiştir (Kadioğlu ve ark., 2015). Kayseri ilinde ise şeker pancarında verim oranını % 46 azaltmıştır (Akça ve Işık, 2016). Üstüner ve Öztürk (2018) tarafından Tarla küsküt’ün şeker pancarı verim ve kalite değerlerinin kontrole göre önemli derecede azaldığı bildirilmiştir. Çakır ve Üstüner (2019) tarafından Tarla küsküt’ün mercimek agronomik özelliklerine önemli oranda etki yaptığı tespit edilmiştir.

Dünyada ve Türkiye’de bugüne kadar Tarla küskütün Dila biberin fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi ile ilgili hiçbir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle araştırmanın amacı Kahramanmaraş koşullarında Tarla küsküt’ün Dila biberi fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisinin araştırılmasıdır.

Materyal ve Yöntem

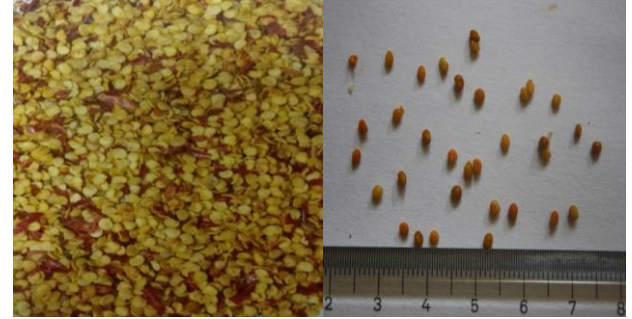
Materyaller

Bu araştırmanın materyalleri; Dila biberi, Tarla küsküt’ü (*Cuscuta campestris* Yunck.) ve Küsküt tohumunda dormansiyi kırmak için Indol Butirik asit kullanılmıştır.

Dila biberi Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2017 yılında tescillenmiştir. Dila biberi pul biberi çeşidi olup, geniş yapraklı, kuvvetli bitki yapısına sahiptir. Orta

erkenci olup, yaş kırmızı biber verimi, 2500 kg/da, meyve ağırlığı 11.74g/adet, meyve eni 32.20mm ve meyve boyu 88.26mm (Anonim, 2017).

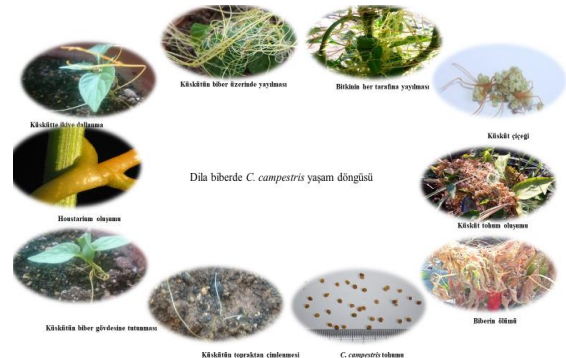
Dila biber tohumu oval şekilli ve rengi açık sarıdır. Tarla küsküt tohumu ise sarıdan-koyu kahverengine kadar değişir (Şekil 1). Hem sera hem tarla koşullarında yapılan çalışmada küsküt tohumlarında dormansiyi kırmak amacıyla 30 dk süreyle Indol Butirik asit solüsyonun da tutulmuştur. Bu çalışmanın amacı Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi seralarında viyollere ekilen biber ve küsküt tohumların hem çimlenme zamanlarını hemde küskütün biber fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkilerini araştırmaktır.



Şekil 1. Dila biberi ve tarla küsküt tohumunun genel görünümü (orijinal)

Figure 1. General view of Dila pepper and field dodder seed (original)

Küsküt, *Cuscuta* cinsi ve *Cuscutaceae* familyasında yer alan tam parazit bir bitkidir (Yuncker, 1932). Ancak bitki bazı araştırmacılara tarafından Convolvulceae familyasına dahil edilmektedir. Bitki turuncu-sarımsı renkli, ipliksi ve yapraksız gövdelidir (Şekil 2). Küsküt gövdesi ikiye dallanarak gelişme göstermektedir.



Şekil 2. Tarla küsküt’ün (*C. campestris*) Dila biberi üzerinde yaşam döngüsü (orijinal)

Figure 2. The life cycle of field dodder (*C. campestris*) on Dila pepper (original)

Dila biberi fide ve çiçeği şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Dila Biber fidesi ve çiçeğin genel görünümü (orijinal)
Figure 3. General view of Dila pepper seedlings and flower (original)

Yöntem

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi sera ve Bitki Koruma Bölümü uygulama arazisinde yapılmıştır. Araştırmada Dila biberi deneme deseni; Tesadüfi deneme desenine göre planlanmıştır. Deneme deseni 3 blok ve her blokta fide dönemi, çiçeklenme ve meyve dönemi olmak üzere küsküt’lü ve kontrol (küsküt’süz) parselleri olmak üzere 6 farklı karakterden oluşmuştur. Parsel boyu 10 m eni ise 2.80 cm olarak planlanmıştır. Her parsel arası 100 cm bloklar arası ise 2 m kenar

tesir payı bırakılmıştır. Her parselde 4 sıra ve sıra arası mesafe 70 cm sıra üzeri ise 20 cm olacak şekilde planlanmıştır.

Dila biber deneme parsellerinde yabancı ot sayımı Odum (1983)’a göre, yabancı ot yoğunluğu ise Güncan’a (2001) göre hesaplanmıştır.

$$\text{Yoğunluk} = B/n \quad [1]$$

-B= Alınan örnekte toplam birey sayısı, -n= Alınan örnek sayısı

Yabancı ot yoğunluk skalası Üstüner ve Güncan (2002), küsküt infeksiyon oranı ise Tepe ve ark. (1997)’na göre belirlenmiştir.

Deneme alanın iklim özellikleri

Kahramanmaraş ili, Türkiye’nin Doğu Akdeniz Bölgesinde 38°.02’ ve 38°.24’ kuzey enlemi, 36°.48’ ve 36°.91 doğu boylamında yer alan ve 558 m’lik rakıma sahiptir. Bu ilin merkezi Akdeniz iklimine sahiptir. Araştırmanın yürütüldüğü 2018 yılında bitki gelişme döneminde belirlenen Nisan-Aralık dönemine ait iklim verileri çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Kahramanmaraş ili 2018 yılı iklim verileri (Anonim, 2018)

Table 1. Kahramanmaraş province 2018 climate data (Anonymous, 2018)

PARAMETRELER PARAMETERS	Nisan April	Mayıs May	Haziran June	Temmuz July	Ağustos August	Eylül September	Ekim October	Kasım November	Aralık December
Ortalama minimum sıcaklık (°C)/ Average minimum temperature	9.8	13.9	18.6	21.9	22.0	18.2	12.8	7.0	3.2
Ortalama maksimum sıcaklık (°C)/ Average maximum temperature	21.2	26.7	31.5	35.5	35.9	32.5	26.0	17.8	11.1
Ortalama sıcaklık (°C)/ Average temperature	15.5	20.3	25.2	28.4	28.5	25.3	19.1	11.7	6.8
Ortalama Nem (%)/Average Humidity	45.6	54.9	47.2	48.0	46.5	45.1	53.1	43.3	62.2
Aylık toplam yağış (mm)/ Total monthly precipitation	72.8	41.9	7.4	1.1	0.9	8.9	47.9	81.7	127.0
Yağışlı gün sayısı (Gün)/ Number of rainy days (Days)	11	7	4	3	2	5	8	13	17

Deneme alanın toprak özellikleri

Deneme alanı toprak analizleri KSÜ, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölüm laboratuvarında yapılmıştır. Toprak özellikleri çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme alanın toprak analiz değerleri
Table 2. Soil analysis values of the trial area

Toprak içeriği/ Soil content	Birimi/ Unit of	Oran/ Rate
pH/pH		6.84
Toplam Tuz/ Total Salt	%	0.17
Kireç/ Lime	%	7.69
Organik Madde/ Organic Matter	%	3.21
Alınabilir P/ Available P	(mg kg ⁻¹)	7
Alınabilir K/ Available K	(mg kg ⁻¹)	200
Alınabilir Ca/ Available Ca	(mg kg ⁻¹)	11100
Alınabilir Mg/ Available Mg	(mg kg ⁻¹)	620
Alınabilir Na/ Available Na	(mg kg ⁻¹)	35.5
Alınabilir Fe/ Available Fe	(mg kg ⁻¹)	5.8
Alınabilir Zn/ Available Zn	(mg kg ⁻¹)	0.2
Alınabilir Cu/ Available Cu	(mg kg ⁻¹)	0.9
Alınabilir Mn/ Available Mn	(mg kg ⁻¹)	7.05
Alınabilir Ni/ Available Ni	(mg kg ⁻¹)	1.1
Bünye/ structure		Killi
Kum/Sand	%	51.47
Silt/Silt	%	26.36
Kil/ Clay	%	22.17

Sera koşullarında tohum ekimi

Serada 23 °C'de sıcaklık ve %54 nemli ortamda 20.03.2018 tarihinde viyollere biber ve küsküt tohumları ekilmiştir. Biber fideleri 10 cm boyunda iken deneme alanına küsküt ile infekteli ve infektesiz olarak dikimi yapılmıştır.

Tarla koşullarında fide dikimi

Biber fideleri küsküt ile infekteli olanlar ayrı infektesiz olanlar ayrı parsellere 20.04.2018 tarihinde dikilmiştir. Daha sonra damla sulama sistemi döşenmiştir. Tarlada biber deneme alanına dekara 25 kg azot, 8 kg fosfor, 25 kg potasyum ve 12 kg hesabıyla kalsiyumlu ticari gübre verilmiştir. Azotun % 50'si dikim öncesi toprak işlemede, % 25'i ara çapada, geri kalan %

25'i de çiçeklenmeden önce, fosforun tamamı dikim öncesi toprak işlemede, potasyumun % 60-65'i dikim öncesi toprak işlemede, geri kalan % 35-40'ı ise çiçeklenme öncesinde deneme alanına uygulanmıştır.

Dila Biberi meyve özelliği

Dila biberinin meyveleri ince meyve etine sahip sanayiye uygun bir çeşittir. Meyve ağırlığı 11.74 g/adet, eni 32.20 mm, boyu 88.26 mm, meyve eti kalınlığı ise 1.05 mm'dir (Anonim, 2017). Daha sonra çiçek ve meyve periyodu karışık olarak devam etmiştir.

İstatistiksel analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS paket programı (SPSS) ile yapılmıştır. Bu verilerde (n = 10), sonuçlar üzerine parametrelerin Independent T testi ile analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar hesaplanmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Sera koşullarında

Serada 23 °C'de sıcaklık ve %54 nemli ortamda 20.03.2018 tarihinde viyollere ekilen biber tohumları 8. günde çimlenmeye başlamıştır. Tarla küsküt'ün de ise 25. günde çimlenme gözlenmiştir. Küsküt biber fidesi gövdesine sarılarak houstarium oluşturmakta ve daha sonra toprakla ilişkisini kesmektedir. Küsküt gövdeleri ikiye dallanarak hızla biber fidelerini sarmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Tarla küsküt'ün viyolde biber fidelerine infeksiyonu (orijinal)

Figure 4. Field dodder infection to pepper seedlings in viol (original)

Tarla koşullarında

Küsküt'ün Dila biberine farklı 3 dönemde (Fide, Çiçeklenme ve Meyve oluşum evresinde) infekte edilerek biberin fenolojik ve pomolojik özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

Bu araştırmada biber fide evresinde Tarla küsküt yoğunluğu 19.58 adet/m², çiçeklenme evresinde küsküt yoğunluğu 10.90 adet sürgün/bitki, meyve evresinde ise 14.75 adet sürgün/bitki çok yoğun olduğu hesaplanmıştır (Şekil 5). Biber fide evresinde enfeksiyon sonucunda ölüm görüldüğü için hastalık şiddeti çok yüksek olup etki oranı % 100 bulunmuştur.



Şekil 5. Tarla küsküt'ün biber gövdesine enfeksiyonu ve küskütsüz biber ile boy farkı (28-30cm) (orijinal)
Figure 5. Infection of field dodder to pepper body and height difference with non-dodder pepper (28-30cm) (original)

Tarla küsküt gelişmesi biber gelişmesinden çok daha hızlı olmuştur. Özellikle küsküt gövdeleri ikiye dallanarak biber fidesini 8-10 gün içerisinde tamamen sarmıştır (Şekil 6). Biber dal ve gövdesinde oluşturduğu houstariumlar vasıtasıyla

konukçusunun besin elementlerini küsküt kullanmıştır.



Şekil 6. Tarla küsküt ile infekteli (13 cm) ve enfektesiz biber (32cm) (orijinal)
Figure 6. Field dodder with infested (13 cm) and uninfected pepper (32cm) (original)

Tarla küsküt'ü biberin üzerini tamamen sararak güneş ışığından faydalanmasını ve buna bağlı olarak bitki fotosentezini önlediği gözlenmiştir. Tarla küsküt'ü biber fide evresinde infekte ettiğinde biber fideleri enfeksiyondan 35-39 gün sonra tamamen kurumuştur (Şekil 7).



Şekil 7. Biber fide evresinde tarla küsküt ile infekte edildiğinde fide ölümü ve meyve şekil bozukluğu (orijinal)
Figure 7. Seedling death when pepper is infected with dodder during seedling stage and fruit deformation (original)

Çizelge 3. Tarla küsküt'ün Dila biberi fide evresinde fenolojik özelliklerine etkisi

Table 3. The effect of field dodder on phenological properties of Dila pepper seedling stage

Biber Fenolojisi Pepper Phenology	Fide evresi Seedling stage		
	Küsküt'lü With dodder	Küsküt'süz Undodder	t ve P değerleri t and P values
Bitki Boyu (cm)/ Plant Height (cm)	10.66±0.537	22.62±0.713	t=13.40, df:18, P<0.001
Çiçek sayısı (adet)/ Number of flowers (pcs)	0±0	12.4±0.654	t=18.40, df:18, P<0.001
Meyve sayısı(adet)/ Number of fruits (pcs)	0±0	2.5±0.401	t=6.228, df:18, P<0.001
Dal sayısı (adet)/ Number of branches (pcs)	2±0.258	6.2±0.553	t=6.874, df:18, P<0.001

Biber fide evresinde Küsküt infekte edildiğinde; bitki boyu ortalaması 10.66cm, dal sayısı 2 adet, çiçek ve meyve sayısı 0 adet hesaplanmıştır (Çizelge 3). Küsküt'ün biber fide evresinde fenolojik özelliklerine etkisi t ve P değeri yönünden çok önemli bulunmuştur.

Bu infekteli fideler 12-13cm boyunda iken kuruyarak bitki ölümü gözlenmiştir. Kontrol (Küsküt'süz) parselde ise bitki boyu ortalaması 22.62 cm, dal sayısı 6.20 adet, çiçek sayısı 12.40

adet ve meyve sayısı 2.50 adet hesaplanmıştır. İnfekteli biberlerin tamamı çiçeklenme öncesi tamamen kuruduğu için bu evrede küskütün zararı % 100 bulunmuştur. Biber çiçeklenme evresinde Küsküt infekte edildiğinde bitki boyu 20.11 cm, dal sayısı 10.90, çiçek sayısı 9.0 ve meyve sayısı 4.5 adet, Kontrol parsellerinde ise 27.82 cm, 16.60 adet, 16.50 ve 5.90 adet olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Tarla küsküt'ün Dila biberi çiçeklenme evresinde fenolojik özelliklere etkisi

Table 4. The effect of field dodder on phenological characteristics during the flowering stage of Dila pepper

Biber Fenolojisi Pepper Phenology	Çiçek evresi Flower stage		
	Küsküt'lü With dodder	Küsküt'süz Undodder	t ve P değerleri t and P values
Bitki Boyu (cm)/ Plant Height (cm)	20.11±0.33	27.82±0.784	t=9.066, df:18, P<0.001
Çiçek sayısı (adet)/ Number of flowers (pcs)	9±0.26	16.5±0.43	t=15.00, df:18, P<0.001
Meyve sayısı (adet)/ Number of fruits (pcs)	4.5±0.43	5.9±0.378	t=2.45, df:18, P=0.025
Dal sayısı (adet)/ Number of branches (pcs)	10.9±0.23	16.6±0.48	t=10.751, df:18, P<0.001

Tarla küsküt'ün Dila biberi çiçeklenme evresinde fenolojik özelliklerine etkisi; biber boyunda % 7.71'lik azalışa sebep olurken, dal sayısında % 5.7, çiçeklenme oranında % 7.5 ve meyve oluşumunda % 1.4'lük azalışa sebep olmuştur. Aynı zamanda biberlerde % 25 oranında kuruma da gözlenmiştir. Küsküt biber çiçek evresinde fenolojik özelliklere % 47.31 oranında negatif etki yapmıştır. Küsküt'ün biber çiçeklenme

evresinde fenolojik özelliklerine etkisi t ve P değeri yönünden önemli bulunmuştur.

Biber meyve evresinde Küsküt infekte edildiğinde bitki boyu 27.70 cm, dal sayısı 16.10, çiçek sayısı 16.30 ve meyve sayısı 11.50 adet hesaplanmıştır. Kontrol parsellerinde ise 43.30 cm, 20.60, 18.80 ve 14.90 adet olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tarla küsküt'ün Dila biberi meyve evresinde fenolojik özelliklere etkisi

Table 5. The effect of field dodder on phenological characteristics of Dila pepper fruit stage

Biber Fenolojisi Pepper Phenology	Meyve evresi Fruit stage		
	Küsküt'lü With dodder	Küsküt'süz Undodder	t ve P değerleri t and P values
Bitki Boyu (cm)/ Plant Height (cm)	27.7±0.472	43.3±0.87	t=15.758, df:18, P<0.001
Çiçek sayısı (adet)/ Number of flowers (pcs)	16.3±0.65	18.8±0.47	t=3.132, df:18, P<0.05
Meyve sayısı (adet)/ Number of fruits (pcs)	11.5±0.43	14.9±0.433	t=5.581, df:18, P<0.001
Dal sayısı (adet)/ Number of branches (pcs)	16.1±0.566	20.6±0.763	t=4.735, df:18, P<0.001

Tarla küsküt'ün Dila biberi meyve evresinde fenolojik özelliklerine etki oranı Biber boyunda % 15.60'lık azalışa sebep olurken, dal sayısında % 4.5, çiçeklenme oranında % 2.5 ve meyve oluşumunda % 3.4'lük azalışa sebep olmuştur.

Biber meyve evresinde fenolojik özelliklere % 26.0 oranında negatif etki yapmıştır.

Tarla küsküt'ün Dila biberi pomolojik özelliklerine etkisi açısından incelendiğinde; Çiçeklenme evresinde Küsküt infekte edildiğinde;

Biber meyve boyu 5.90 cm, meyve eni 3,10 cm ve meyve ağırlığı 12.68 g iken Kontrol parselde ise 8.10 cm, 3.50 cm ve 15.74 g olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 6). Küsküt infekte edildiğinde; Biber meyve boyu % 2.2, meyve eni

%0.4 ve meyve ağırlığı %3.06 azalış gösterdiği hesaplanmıştır. Küsküt'ün biber fenolojik ve pomolojik özelliklerine toplam etkisi % 52.97 hesaplanmıştır.

Çizelge 6. Tarla küskütün Dila biberi çiçeklenme dönemi pomolojik özelliklerine etkisi

Table 6. The effect of field dodder on pomological properties of Dila pepper in flowering period

Biber pomolojisi Pepper pomology	Çiçek evresi Flower stage		
	Küsküt'lü With dodder	Küsküt'süz Undodder	t ve P değerleri t and P values
Meyve Boyu (cm)/ Fruit Length (cm)	5.9±0.22	8.1±0.19	t=7.531, df:18, P<0.001
Meyve eni (cm)/ Fruit width (cm)	3.1±0.146	3.5±0.162	t=1.834, df:18, P=0.083
Meyve ağırlığı (g)/ Fruit weight (g)	12.68±0.33	15.74±0.228	t=7.624, df:18, P<0.001

Biber meyvesinin erken evresinde küsküt enfeksiyonu gerçekleştiğinde meyve simetriği bozulurken, Küsküt'süz meyvede her hangi bir şekil bozukluğu görülmemiştir.

Meyve evresinde Küsküt infekte edildiğinde Biber meyve boyu 8.20 cm, meyve eni 3,35 cm ve

meyve ağırlığı 15.21 g iken Kontrol parselde ise meyve boyu 8.28 cm, meyve eni 3,87 cm ve meyve ağırlığı 16.33 g olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 7). Bu evrede biber meyve boyu % 0.08 cm, meyve eni % 0.52 cm ve meyve ağırlığı % 1.12 g azalış göstermiştir.

Çizelge 7. Tarla küskütün Dila biberi meyve dönemi pomolojik özelliklerine etkisi

Table 7. The effect of field dodder on pomological characteristics of Dila pepper fruit period

Biber pomolojisi Pepper pomology	Meyve evresi Fruit stage		
	Küsküt'lü With dodder	Küsküt'süz Undodder	t ve P değerleri t and P values
Meyve Boyu (cm)/ Fruit Length (cm)	8.205±0.075	8.275±0.124	t=0.482, df:18, P=0.636
Meyve eni (cm)/ Fruit width (cm)	3.35±0.116	3.87±0.064	t=3.87, df:18, P<0.05
Meyve ağırlığı (g)/ Fruit weight (g)	15.2±0.247	16.33±0.137	t=3.975, df:18, P<0.001

Küskütün biber meyve pomolojik özelliklerine etkisi t ve P değeri yönünden önemsiz bulunmuştur. Küsküt'ün biber fenolojik ve pomolojik özelliklerine toplam etkisi % 27.72 hesaplanmıştır.

Küsküt ile infekteli meyvede erken kızarma görülürken küskütsüz meyvede erken kızarma görülmemiştir. Küsküt biber normal vejetasyonu süresinin 35 gün daha erken olmasına neden olmuştur. Tarla küsküt'ün biberde meydana getirdiği fenolojik ve pomolojik kayıpların toplamı fide evresinde %100, çiçek evresinde % 52.97 ve meyve evresinde ise % 27.72 hesaplanmıştır.

Tarla küsküt'ü infekte edilmiş Dila biber parsellerinde ortalama verim; fide evresinde küsküt enfeksiyon uygulanan parsellerde verim 0

kg/da, çiçek evresinde 1573.2 kg/da ve meyve evresinde ise 1984.6 kg/da iken Kontrol (Küsküt'süz) parselde ise 2391.5 kg/da verim elde edilmiştir. Tarla küskütün biber veriminde meydana getirdiği kayıp oranı; fide evresinde enfeksiyon olduğunda %100, çiçek evresinde %34.22 ve meyve evresinde %17.02 bulunmuştur.

Tartışma

Bu araştırmada Tarla küsküt (*C. campestris*) tohumları sera koşullarında 23 °C sıcaklık ve % 54 nemli ortamda optimum seviyede çimlenme göstermiştir. Tarla koşullarında ise *C. campestris* tohumları 15.5 °C'de çimlenmeye başlamıştır. Bu konuda yapılmış diğer çalışmada ise *C. campestris* tohumlarında 5 ve 10 °C'lerde çimlenme

görülmezken en yüksek çimlenme *C. campestris* için 20-35 °C arasında görülmüştür (Tamer ve Nemli, 2012). Bizim elde ettiğimiz sonuç ile bu literatür arasında benzerlik gözlenmiştir.

Tarla küsküt'ün Dila biberi fenolojik ve pomolojik özelliklerine (Fide, çiçek ve meyve evresi) etkisi farklı oranlarda meydana gelmiştir. Viyollerde biber fide evresinde küsküt inefksiyonu gerçekleştiğinde hastalık şiddeti % 100 oranında meydana gelmiştir. Bu evrede verim kaybı % 100 gerçekleşmiştir. Biber çiçeklenme evresinde küsküt inefksiyonu gerçekleştiğinde hastalık şiddeti orta düzeyde gerçekleşmiştir. Biber veriminde azalma görülürken, bu evrede % 25 oranında ölüm gerçekleşmiştir. Tarla küsküt'ün biber veriminde meydana getirdiği kayıp oranı ise; fide evresinde inefksiyon olduğunda % 100, çiçek evresinde % 34.22 ve meyve evresinde %17.02 hesaplanmıştır.

Dünyada Tarla küsküt'ün verim kaybı ile ilgili yapılan araştırmalarda; Lanini (2004), Tarla küsküt'ün domatesde % 75, Bewick ve ark., (1988) havuçta % 70-90, Lanini ve Kogan, (2005) *Cuscuta pentagona*'nın domateste % 50-75, yonca alanlarında % 50, havuç alanlarında ise % 70-90, Mishra ve ark., (2007) *Guizotia abyssinica*'da % 86, *Phaseolus radiatus*'da % 82, *Sesamum orientale*'de % 67, *Cajanus cajan*'da % 25, Mishra (2009) kırmızı biberde % 60-65, domateste % 72, nohutta % 86, yoncada % 60-70 ve mercimekte % 87 oranında verim kaybı tespit etmişlerdir. Sırbistan'da yaklaşık 10 *Cuscuta* türü tespit edilmiş ve en sık rastlanan tür ise *C. campestris*'dir. Tarla küsküt'ü, *Medicago sativa*, *Beta vulgaris*, *Allium cepa*, *Allium sativum*, *Capsicum annum*, *Cucumis sativus*, *Cucurbita pepo*, *Lycopersicum esculentum* ve *Nicotiana tabacum* gibi kültür bitkilerinde önemli verim kaybı oluşturmuştur (Vrbničanin ve ark., 2013; Krsmanović ve Vrbničanin, 2015). Nijerya'da *C. campestris*' in Soyafasulyesi, börülce, Biber, domates, yarfıstığı, mısır ve pirinç'e etkileri önemli bulunmuştur (Mustapha ve Gworgwor, 2016). Bu araştırmada elde edilen sonuç ile diğer literatürler, Tarla küsküt'ü tür açısından, biber verim kaybı açısından benzerlik gösterirken sayısal

olarak verim kaybının ülkeden ülkeye ve küsküt'ün inefksiyon zamanına göre değişebileceğini göstermiştir.

Türkiye'de Tarla küsküt'ün verim kaybı ile ilgili yapılan araştırmalarda; Davis'in Flora of Turkey (1978) eserinde, Türkiye'de *Cuscuta* cinsine ait 16 tür tanımlanmış ve en yaygın türlerin; *C. campestris*, *C. approximata* ve *C. monogyna* olduğu bildirilmiştir. Anadolu'da kültür alanlarında *C. campestris*, *C. approximata* ve *C. monogyna* özellikle şekerpancarı, biber, soğan, yonca ve yazlık sebzeler üzerinde yoğun görülmüştür (Nemli, 1986). *Cuscuta* spp.'nin neden olduğu ürün kaybı % 20-57 arasında değiştiği ancak %91'e kadar çıkabildiği belirlenmiştir (Nemli ve Öngen, 1982). Türkiye'de *C. campestris*'in 55 konukçusu belirlenmiş olup bunlardan 27'sinin kültür bitkileri olup bunların; Yonca, pancar, şeker pancarı, biber, tütün, soğan, patates, domates, asma gibi kültür bitkileridir (Nemli, 1986). *C. campestris* Türkiye'de geniş bir yayılışa sahip olup deniz seviyesinden 1500 m yüksekliğe kadar gelişir. Bu türün konukçuları arasında; Yonca, şeker pancarı, soğan, tütün, anason, kimyon, biber ve nohut (Kaya ve ark., 2018). Üstüner (2018) tarafından yapılan araştırmada, tarla koşullarında *C. campestris* infekte olmuş ve infekte olmamış şeker pancarı çeşidinde, hektar başına elde edilen verim miktarı, sırasıyla 79.573.9 kg/ha ve 57.341.3 kg/ha elde edilmiştir. Çakır ve Üstüner (2019) tarafından yapılan araştırmada *C. campestris*'in mercimek verim ve kalitesini önemli oranda etkilediği bildirilmiştir. Bu çalışma sonucu ile ülkemizde yapılan çalışma sonuçları benzerlik gösterirken zarar oranları rakamsal olarak değerlendirilmiştir. Bunun nedeni Tarla küsküt'ün çimlenme dönemi, küsküt'ün kültür bitkisine inefksiyonun farklı fenolojik dönemde olması, iklim ve toprak faktörlerin farklılık göstermesi olabilir.

Sonuç

Tarla küsküt'ü Kahramanmaraş koşullarında 14 Nisan'dan itibaren hava sıcaklığının 15 °C üzerine çıktığı zamanda çimlenmeye başlamıştır. Tarla

küsküt'ün biberin fenolojisine göre en yüksek etkiyi fide evresinde gösterdiği tespit edilmiştir. Viyollerde biber fideleri küsküt ile inefkte edildiğinde biber fideleri çiçeklenme periyoduna giremeden ölüm gerçekleşmiştir. Özellikle biber fidelğinde küsküt infeksiyonu görüldüğünde hastalık şiddeti % 100 oranında gerçekleşmiştir. Tarla küsküt'ün Dila biberi çiçeklenme ve meyve evresinde fenolojik özelliklerine etki oranı pomolojik özelliklerine etkisinden yüksek bulunmuştur. Tarla küsküt'ün biberde meydana getirdiği fenolojik ve pomolojik kayıpların toplamı fide evresinde en yüksek oranda, 2.sırada çiçek evresinde ve 3.cü sırada meyve evresinde gözlenmiştir. Tarla küsküt'ün biber veriminde meydana getirdiği kayıp oranı ise; fide evresinde infeksiyon olduğunda % 100, çiçek evresinde % 34.22 ve meyve evresinde % 17.02 hesaplanmıştır. Tarla küsküt'ün biber de oluşturduğu belirtiler; biber fide evresinde kuruma, çiçek evresinde bodurluk, meyvede şekil bozukluğu, güneş ışığını engelleyerek bitkinin zayıf kalması, meyve tutumunda azalma ve biber vejetasyon süresini kısaltmadır. Dila biberin Tarla Küskütüne karşı hassas olduğu bu çalışma ile ortaya konmuştur.

Teşekkür

Bu projeyi (2018/1-36 LAP) destekleyen KSÜ, BAP koordinasyon birimine ve Dila biber tohumunu sağlayan *Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü* müdürlüğüne teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Agrios, G. N. (2005). Plant pathology, Fifth Edition, Department of Plant Pathology University of Florida, Elsevier Academic Press, 708.
- Akbay, C., İsmet, B. O. Z., Tiryaki, G. Y., Candemir, S., ve Arpacı, B. B. (2012). Kahramanmaraş ve Gaziantep illerinde kırmızıbiberin üretim yapısı ve kurutma yöntemleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri dergisi*, 15(2), 1-10.
- Akça, A. ve Işık, D. (2016). Kayseri İli Şeker Pancarı (*Beta vulgaris* L.) ekiliş alanlarında bulunan yabancı otların tespiti. *Bitki Koruma Bülteni*, 56 (1), 115-124.
- Anonim (2017). Dila biberi tescili. Doğu Akdeniz Geçit

- Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Anonim (2018). Kahramanmaraş ili meteorolojik verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-statistik.aspx?m=K.MARAS>
- Bewick, T.A., L.K. Binning, and M.N. Dana. (1988). Post attachment control of swamp dodder (*Cuscuta gronovii*) in cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) and carrot (*Daucus carota*). *Weed Technology*, 2, 166-169.
- Costea, M., and Stefanović, S. (2010). Evolutionary history and taxonomy of the *Cuscuta umbellata* complex (Convolvulaceae), evidence of extensive hybridization from discordant nuclear and plastid phylogenies. *Taxon*, 59, 1783-1800.
- Çakır, S. ve Üstüner, T. (2019). Küsküt'ün (*Cuscuta campestris* Yunck.) mercimek (*Lens culinaris* L.) bitkisel ve agronomik özelliklerine etkisinin araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Davis, P.H. (1978). Flora of Turkey and east aegean island. *Edinburg University Press*, 1-10.
- Dawson J.H. (1984). Control of *Cuscuta* in alfalfa. In: *Proceedings 3rd International Symposium Parasitic Weeds*, 188-199.
- Doymaz, İ. and Pala, M. (2002). Hot-Air drying characteristics of red pepper. *Journal of Food Engineering*, 55, 331-335.
- Duman, A.D., Zorlugenç, B. & Evliya, B. (2002). Kahramanmaraş'ta Kırmızı biberin önemi ve sorunları. *KSÜ Fen ve mühendislik dergisi*, 5 (1), 111-117.
- Fang, R.C., Musselman, L. J. and Plitmann, U. (1995). *Cuscuta* in C.Y. Wu and P.H. Raven (eds.), *Flora of China*, Science Press, Beijing, and *Missouri Botanical Garden Press*, 16, 322-325.
- FAO, (2017). Food and agriculture data. FAO web page, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 28.08.2019).
- Günçan, A. (2001). Yabancı Otlar ve Mücadelesi. Konya, Türkiye. Selçuk Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi yayınları*, 45-58.
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Panç, J. and Herberger, J. (1997). *World weeds: Natural histories and distribution*, John Wiley & Sons, New York. 1129.
- Kadioğlu, İ., Doğar, G. ve Çiğner, Ü. (2015). Şeker pancarı ekim alanlarında görülen küsküt (*Cuscuta campestris* Yunck.)'ün tanımı, zararı ve yaygınlık durumu. *İstilaç Bitkiler Çalıştayı/Invasive Plants Work*, 18 (3), 15-16.
- Kaya, İ., Nemli, Y. ve Demir, İ. (2018). Türkiye'de tarım ve tarım dışı alanlarda görülen küsküt türlerinin (*Cuscuta* spp.) taksonomik özellikleri, dağılımları ve konukçuları. *Turkish Journal of Weed Science*, 21(1), 1-7.
- Krsmanović, S. M., and Vrbničanin, S. (2015). Field dodder—How to control it?, *Pestic. Phytomed*, 30(3), 137–145.
- Lanini, W.T. (2004). Economical methods of controlling dodder in tomatoes. *Weed Science society*, 56, 57-59.
- Lanini, W.T. and Kogan, M. (2005). Biology and management of *Cuscuta* in crops. *Ciencia e Investigación Agraria*, 32, 127–14 11.
- Lawrence, H. M., (1965) *Taxonomy of Vascular Plants*. The

- Macmillan Company, Newyork, 823.
- Mishra, J. S., Moorthy, B. T. S., Manish, B., and Yaduraju, N.T. (2007). Relative tolerance of rainy season crops to field dodder (*Cuscuta campestris*) and its management in Niger (*Guizotia byssinica*). *Crop Protection*, 26(4), 625-629.
- Mishra, J.S. (2009). Biology and management of *Cuscuta* species. *Indian Journal of Weed Science*, 41(1 & 2), 1-11.
- Mustapha, A. and Gworgwor, N. (2016). Effect of mechanical and chemical scarification on germination of Dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) seed. *World Journal of Engineering and Technology*, 03(03), 31-36.
- Nadler-Hassar, T. and Rubin, B. (2003). Natural tolerance of *Cuscuta campestris* to herbicides inhibiting amino acid biosynthesis. *Journal of Weed Research*, 43(5), 341-347.
- Nemli, Y. (1978). Çiçekli parazitlerden *Cuscuta* L. 'nin Anadolu türleri üzerindeki morfolojik ve sistematik araştırmalar, Ege üniversitesi, Ziraat Fakültesi Fitopatoloji ve Zirai botanik kürsüsü, Doçentlik Tezi, İzmir.
- Nemli, Y. ve Öngen, N. (1982). Türkiye'nin Trakya bölgesi küsküt türleri (*Cuscuta* spp.) üzerinde taksonomik araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi*, 6(3), 147-154.
- Nemli, Y. (1986). Anadolu'da kültür alanlarında bulunan küsküt türleri (*Cuscuta* spp.); yayılışları ve konukçuları üzerinde araştırmalar, Ege üniversitesi, *Ziraat Fakültesi dergisi*, 23(3), 11-21.
- Parker, C. and Riches, C.R. (1993). *Cuscuta* species, the dodders; and *Cassytha filiformis*. In parasitic weeds of the worlds: *Biology and control*. CAB international, Wallingford, UK, 183-223.
- Tamer, Ş.R. ve Nemli, Y. (2012). Farklı sıcaklıkların, bazı yeşil gübrelerin ve bitki eksudatlarının küskütün (*Cuscuta campestris* Yunck.; *C. approximata* Bab.) çimlenmesi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. İzmir.
- Tepe, I., Deveci, M. ve Keskin, B. (1997). Küsküt (*Cuscuta approximata* Bab.)'ün bazı yonca çeşitlerini parazitlenme ve zarar seviyeleri üzerinde araştırmalar. *Türkiye II. Herboloji Kongresi Bildirileri*, 1-4 Eylül 1997, 355-360.
- Topak, H., Erbil, N. ve Dığrak, M. (2008). Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetiştirilen biberlerin antimikrobiyal aktivitesinin araştırılması. Fırat üniversitesi, *Fen ve Mühendislik dergisi*, 20 (2), 257-264.
- TUİK, (2018). Türkiye bitkisel ürün istatistiği. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. (Erişim tarihi 28.08.2019)
- Üstüner, T. ve Güncan, A. (2002). Niğe ve yöresi patates tarlalarında sorun olan yabancı otların yoğunluğu ve önemi ile topluluk oluşturmaları üzerine araştırmalar. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 5(2), 30-42.
- Üstüner, T. (2018). The effect of field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) on the leaf and tuber yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Turkish journal of Agriculture and Forestry*, 42, 348-353.
- Üstüner, T. ve Öztürk, E. (2018). Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tarımında küskütün (*Cuscuta campestris* Yunc.) verim ve kaliteye etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 58 (1), 32-40.
- Vrbničanin, S., Sarić-Krsmanović, M. and Božić, D. (2013). The effect of field dodder (*Cuscuta campestris* Yunck.) on morphological and fluorescence parameters of giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.). *Pesticides and Phytomedicine*, 28(1), 57-62.
- Yuncker, T.G. (1932). The genus *Cuscuta*. *Memoirs of the Torrey Botanical Club*, 18, 113-331.
- ZharZharasov, S.U. (2009). Field dodder in the South east of Kazakhstan. *Zashcita i Karantin Rastenii*, 1, 30-32.



Elmada mavi küfe neden olan *Penicillium expansum*'a karşı borik asitin antifungal etkisi

Antifungal effect of boric acid against Penicillium expansum, the casual agent of blue mold of apple

Elif YILDIRIM^{1*}, Kübra KARATOPRAK¹, İsmail ERPER^{1,3}, Muharrem TÜRKKAN²

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye

² Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ordu, Türkiye

³ Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bişkek, Kırgızistan

To cite this article:

Yıldırım, E., Karatoprak, K., Erper, İ. & Türkkan, M. (2020). Elmada mavi küfe neden olan *Penicillium expansum*'a karşı borik asitin antifungal etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 64-72.
DOI: 10.29050/harranziraat.624445

Address for Correspondence:

Elif YILDIRIM

e-mail:

elif.yildirim@omu.edu.tr

Received Date:

25.09.2019

Accepted Date:

24.02.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Bu çalışmada, borik asitin *Penicillium expansum*'a karşı etkinliği hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda değerlendirilmiştir. *In vitro*'da, borik asitin %0.125 konsantrasyonu *P. expansum*'un misel gelişmesini, spor çimlenmesini ve çim tüpü uzunluğunu sırasıyla %68.88, %74.00 ve %85.50 oranında azaltmış, halbuki daha yüksek konsantrasyonlar (%0.25, %0.50, %1.00 ve %2.00)'ı ise tamamen engellemiştir. Ayrıca borik asitin yukarıda belirtilen ilk konsantrasyonu ve sonraki konsantrasyonlarının etkileri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Borik asitin EC_{50} , minimum engelleyici konsantrasyon (MIC) ve minimum fungisidal konsantrasyon (MFC) değerleri sırasıyla, 0.09, %0.25 ve >2 olarak belirlenmiştir. *In vivo* denemelerde, borik asitin %0.25 konsantrasyonu hariç, diğer tüm konsantrasyonlar (%0.50, %1.00 ve %2.00)'ı hem koruyucu hem de tedavi edici etki göstermişler ve bu konsantrasyonlar mavi küfün hastalık şiddetini patojen ile inokule edilmiş kontrole kıyasla önemli ölçüde azaltmıştır ($P<0.05$). Bununla birlikte, %2.00 borik asitin hem koruyucu hem de tedavi edici uygulamalarda patojene karşı en etkili konsantrasyon olduğu ve hastalık şiddetini sırasıyla %94.46 ve %91.41 oranında azalttığı gösterilmiştir. Bu sonuçlar, borik asitin elmalarda *P. expansum*'un neden olduğu mavi küf hastalığının mücadelesi için sentetik fungisitlere bir alternatif olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Elma, Mavi küf, Borik asit, Fungus, Alternatif mücadele.

ABSTRACT

Efficacy of boric acid against *Penicillium expansum* was evaluated under both *in vitro* and *in vivo* conditions in this study. In *in vitro*, 0.125% concentration of boric acid reduced mycelial growth, spore germination and germ tube elongation of *P. expansum* by 68.88%, 74.00% and 85.50% respectively, whereas the higher concentrations (0.25%, 0.50%, 1.00% and 2.00%) of boric acid completely inhibited those of *P. expansum*. Moreover, the difference among the effects of the above-mentioned first concentration and subsequent concentrations of boric acid was statistically significant ($P<0.05$). The EC_{50} , minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum fungicidal concentration (MFC) values of boric acid were defined as 0.09, 0.25% and $>2\%$, respectively. In *in vivo* experiments, except for 0.25% boric acid, all the other concentrations (0.50%, 1.00% and 2.00%) exhibited both protective and curative activity against *P. expansum*, and they significantly reducing the disease severity of blue mold in comparison to pathogen-inoculated control ($P<0.05$). However, 2.00% boric acid has been shown to be the most effective concentration against the pathogen in both protective and curative applications, and reduce the disease severity by 94.46% and 91.41%, respectively. These results indicate that the boric acid can be used as an alternative to synthetic fungicides for the control of blue mold disease caused by *P. expansum* in apples.

Key Words: Apple, Blue mold, Boric acid, Fungus, Alternative control.

Giriş

Elma (*Malus domestica* Borkh.) Türkiye’de gelir oranı yüksek olan meyve türlerinden biri olup, 2017 verilerine göre 175.357 ha alandan 3.032.164 ton üretim miktarı ile Çin ve Amerika’nın ardından 3. sırada gelmektedir (FAO, 2019). Ülkemizde ise Isparta ili 717.401 tonluk elma üretimi ile ilk sırada yer almakta, bunu sırasıyla 588.442 ton ile Karaman, 429.036 ton ile Niğde, 289.085 ton ile Denizli ve 265.068 ton ile Antalya illeri takip etmektedir (TUİK, 2019). Birçok tarımsal üründe hasat sonrası biyotik ve abiyotik faktörlerden dolayı ortaya çıkan bozulmalar ekonomik olarak önemli kayıplara neden olmakta ve bu bozulmalar en fazla fungal patojenler tarafından oluşturulmaktadır (Agrios, 2005). Özellikle bu patojenlerin neden olduğu hastalıklar, ürünlerin hasadı, paketlenmesi, pazara nakli ve depolanması aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Elmalarda hasat sonrasında görülen önemli fungal patojenler *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria* spp., *Monilinia fructicola*, *Glomerella cingulata*, *Mucor pyriformis*, *Rhizopus stolonifer* ve *Aspergillus* spp. olup, bunlardan *P. expansum* ve *B. cinerea* önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır (Snowdon, 1990).

Mavi Küf hastalığı etmeni *P. expansum*, meyve kabuğunda oluşan yaralardan meyve içine girebilen önemli bir yara patojenidir. Elmanın da dahil olduğu 21 farklı cinse ait bitkide hastalık oluşturarak, depolanmış ürünlerde %50’ye varan ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Mari ve ark., 2002). *P. expansum* elmalarda oluşturduğu doğrudan zararının yanı sıra, kanserojen patulin mikotoksinini de üretmektedir (Janisiewicz, 1998). Hasat sonrası taze meyvelerde meydana gelen kayıpları önlemek için, dünyada yumuşak çekirdekli meyvelerde farklı aktif madde içeren fungusit (thiabendazole, thiophanate-methyl, pyrimethanil, imazalil, iprodione, fenhexamide, boscalid, cyprodinil+fluodioxonil, boscalid+pyraclostrobin, carbendazim, thiabendazole+imazalil)’ler kullanılmaktadır (Zhang ve Timmer, 2007; Anonymous, 2019a). Fungisitlerin insan ve diğer canlılar üzerindeki

olumsuz etkilerine karşı toplumsal farkındalığın artması, fungusitlere karşı tolerant/dayanıklılık patojen ırklarının ortaya çıkması ve çevre kirliliği gibi nedenlerden ötürü hastalık etmenlerinin kontrolünde fungusitlere alternatif olabilecek mücadele yöntemlerinin araştırılmasını gerekli hale getirmektedir (Conway ve ark., 2005; Temur ve Tirkyaki, 2012). Dünyada hasat sonu hastalıkların mücadelesinde fungusitlere alternatif olarak; biyolojik mücadele ve modifiye atmosfer (Grant ve Patterson, 1991) uygulamaları, organik ve inorganik tuzlar (Palou ve ark., 2007) ve bazı bor tuz tuzlarının (Qin ve ark., 2010; Cao ve ark., 2012) kullanımı, ışınlama ve sıcaklık uygulamalarının tekli veya diğer yöntemler ile kombine edilerek kullanılması şeklinde çok sayıda çalışma yapılmıştır (Conway ve ark., 2004; Karabulut ve ark., 2005; Palou ve ark., 2007; Temur ve Tirkyaki, 2012).

Bor ve türevleri dünyada farklı alanlarda uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Türkiye 3.3 milyar ton (dünya rezervinin %73’ü) bor (B_2O_3) rezervi ile dünyada ilk sırada yer almaktadır (Anonymous, 2019b). Bazı bor bileşiklerinin hasat sonu depolanmış meyvelerde zarara neden olan bazı fungal patojenlere karşı etkinlikleri farklı çalışmalarda gösterilmiştir (Rolshausen ve Gubler, 2005; Xuan ve ark., 2005; Qin ve ark., 2007; Cao ve ark., 2012; Shi ve ark., 2012; Li ve ark., 2012). Örneğin, Lai ve ark. (2016) *in vitro* koşullarda borik asitin *P. expansum*’un misel gelişimini engelleyici etkisi olduğunu göstermiştir. Aynı fungusu karşı potasyum tetraboratın etkinliği üzerine yapılan bir çalışmada, tuzun %0.1 konsantrasyonda fungus misel gelişimini %10-15 oranında azalttığı rapor edilmiştir (Qin ve ark., 2007). Başka bir çalışmada, aynı tuzun %0.25 konsantrasyonda *P. expansum*’un misel gelişimini tamamen engellediği tespit edilmiştir (Cao ve ark., 2012). Potasyum tetraboratın artan konsantrasyonlarının üzümde kurşuni küf hastalığına neden olan *B. cinerea*’nın misel gelişimini, spor çimlenmesini ve çim tüpü uzamasını engelleyici etkileri tespit edilmiştir (Qin ve ark., 2010). Shi ve ark. (2012) mango meyvelerinde antraknoz hastalığı etmeni

Colletotrichum gloeosporioides'e karşı uygulanan potasyum tetraboratın 20mM (%0.61) konsantrasyonda meyvelerde lezyon oluşumunu yaklaşık %47 oranında azalttığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, borik asitin farklı konsantrasyonlarının *in vitro* koşullarda *P. expansum*'un misel gelişimi, spor çimlenmesi ve çim tüp uzunluğuna karşı engelleyici etkileri tespit edilmiştir. Ayrıca, *in vivo* koşullarda borik asitin patojene karşı koruyucu ve tedavi edici etkileri elma meyveleri üzerinde belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Fungal kültür

Çalışmada kullanılan *P. expansum* izolatu hasat sonu soğuk hava depolarına alınan ve mavi küf hastalığı görünen elma meyvelerinden izole edilmiştir. Patates dekstroz agar (PDA; Oxoid Ltd, Basingstoke, UK) üzerinde geliştirilen fungusun tek spor izolasyonu yapılmış ve morfolojik özelliklerine göre *P. expansum* olarak teşhis edilmiştir (Frisvard ve Samson, 2004). İzolat çalışmada kullanılmadan önce, fungal kültürden elde edilen spor süspansiyonu (1×10^5 konidi mL^{-1}) ile sağlıklı elma meyveleri inokule edilerek izolatu virülensliği doğrulanmıştır. Bu izolat Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarındaki fungal kültür koleksiyonunda 4°C 'de muhafaza edilmektedir.

Borik asit

Çalışmada kullanılan borik asit (H_3BO_3) Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü (Keçiören, ANKARA)'nden temin edilmiştir.

Borik asitin misel gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi

Borik asitin farklı konsantrasyonları (%0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0 ve 2.0, w/v) otoklavda sterilize edilmiş ve yaklaşık 50°C 'ye soğutulmuş 100 mL'lik erlenlerdeki PDA besi ortamına eklenmiş ve daha sonra manyetik karıştırıcı ile tuzun besi ortamına homojen olarak karışması sağlanmıştır. Tuzun farklı konsantrasyonlarını içeren PDA besi ortamı, 6 cm çapındaki steril

Petrilere 8-10 mL olacak şekilde dökülmüştür. PDA besi ortamında 7-10 gün geliştirilmiş *P. expansum* izolatına ait kültürlerden cork borer ile alınan 4 mm çaplı misel diskleri yukarıdaki konsantrasyonları içeren Petrilere aktarılmış ve inkübatör (Memmert ICP 110, Germany)'de $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de inkübasyona bırakılmıştır. Aynı koşullarda sadece PDA besi ortamı içeren (tuz eklenmemiş) kontrol grubu Petrilere inkübe edilen fungusun gelişimleri günlük olarak izlenmiştir. Petriyi kaplamaya yakın olduğunda, kontrol ve farklı tuz konsantrasyonlarını içeren Petrileredeki fungusun gelişimleri dijital kumpas ile ölçülmüştür. Ölçümlerde her Petrideki fungusun en uzun ve en kısa radyal gelişimleri esas alınarak, misel gelişiminin engellenmesi $\text{MGE} (\%) = [\text{kpmg} - \text{tpmg} / \text{kpmg} (\text{kontrol})] \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Formülde MGE (%), misel gelişiminin yüzde olarak engellenmesini; kpmg, kontrol Petrileredeki misel gelişimini; tpmg, tuz eklenmiş Petrileredeki misel gelişimini ifade etmektedir. Deneme her bir tuz konsantrasyonu için 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür (Türkkan ve Erper, 2015).

Borik asitin konidi çimlenmesi ve çim tüpü uzunluğu üzerine etkisinin belirlenmesi

Penicillium expansum izolatu PDA besi ortamında $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 7-10 gün geliştirilmiş ve gelişen fungal kültürün üzerine steril saf su eklenmiş ve steril bir spatül kullanılarak konidilerin suya geçmeleri sağlanmıştır. Elde edilen süspansiyondan misel kalıntılarını uzaklaştırmak için 4 kat steril tülbentten geçirilmiş ve % 0.03 oranında Tween 20 damlatılmıştır. Süspansiyondaki konidi konsantrasyonu, Thoma lamı (hemocytometre) kullanılarak 1×10^5 konidi mL^{-1} 'ye ayarlanmıştır.

Borik asitin 5 farklı konsantrasyonu (%0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0 ve 2.0, w/v) otoklav edilmiş ve yaklaşık 50°C 'ye soğutulmuş PDA besi ortamlarına eklenmiştir. Tuz manyetik karıştırıcı yardımı ile homojen bir şekilde karıştırılmış ve 6 cm çapındaki steril Petrilere 8-10 mL olacak şekilde dökülmüştür. Tuz eklenmiş ve eklenmemiş (kontrol) PDA besi ortamı içeren her Petriye, spor

süspansiyonu (1×10^5 konidi mL^{-1}) mikropipet kullanılarak 30 μL yayılmıştır. Petriler $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 24 saat inkübasyona bırakılmış ve konidi çimlenme oranı (%), her tuza ait farklı konsantrasyonlarda 400 konidi olmak üzere Olympus CX-31 model mikroskopta 100-400x büyütmede çimlenen ve çimlenmeyen konidiler sayılarak belirlenmiştir. Konidi büyüklüğü kadar çim tüpü oluşturmuş her bir konidi çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Mecteau ve ark., 2002).

Çalışmada çim tüpü uzunluklarının belirlenmesi amacıyla her konsantrasyon için aynı Petrilerdeki 100 konidinin çim tüpü uzunlukları oküler mikrometre kullanılarak ölçülmüştür. Çim tüp uzunluğunun engellenmesinde, ÇTUE (%) = $[(k\text{p}\text{çtu} - t\text{p}\text{çtu}) / k\text{p}\text{çtu}] \times 100$ formülüne göre hesaplanmıştır. Formülde ÇTUE (%), Çim tüp uzunluğunun yüzde olarak engellenmesini; $k\text{p}\text{çtu}$, kontrol Petrilerindeki çim tüpü uzunluğunu; $t\text{p}\text{çtu}$, tuz eklenmiş Petrilerdeki çim tüpü uzunluğunu ifade etmektedir. Deneme her bir tuz konsantrasyonu için 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Borik asitin toksik etkilerinin belirlenmesi

Penicillium expansum'un misel gelişmesini %50 oranında azaltan konsantrasyon (EC_{50} = etkili konsantrasyon) SPSS (Version 22, IBM Company, New York, USA)'in probit programı kullanılarak hesaplanmıştır. Misel gelişmesini tümüyle engelleyen en küçük konsantrasyon (MIC= minimum inhibitory concentration) paralel denemelerle belirlenmiştir (Türkkan ve ark., 2017).

Ayrıca tuzların fungisidal veya fungistatik etkileri Thompson (1989) ve Tripathi ve ark. (2004)'nın metodlarına göre belirlenmiştir. Buna göre borik asitin farklı konsantrasyonları uygulanmış Petrilerde gelişmeyen fungus diskleri buradan alınarak, taze PDA besi ortamı içeren Petrilere tekrar aşılanmış ve $21 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 9 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sürecince fungusta geri dönüşümsüz olarak hiçbir gelişme gözlenmemişse, bu konsantrasyon fungusun misel gelişimine fungisidal etki yapan minimum fungisidal konsantrasyon (MFC= minimum fungicidal concentration) olarak belirlenmiştir.

Borik asitin koruyucu ve tedavi edici etkilerinin belirlenmesi

Borik asitin *in vivo* koşullarda koruyucu ve tedavi edici uygulamalarında, *in vitro*'da etkili bulunan 4 farklı konsantrasyon (%0.25, 0.5, 1.0 ve 2.0 w/v)'unun elma meyve (Granny Smith)'leri üzerinde *P. expansum*'a karşı etkinliğinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan sağlıklı elma meyveleri musluk suyu altında yıkanıp, 1 gece kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra bu meyveler yüzeysel dezenfeksiyon için %1'lik NaOCl'de 3 dk tutulmuş, 2 defa steril saf sudan geçirildikten sonra tekrar kurutularak yüzeysel dezenfeksiyon işlemi uygulanmış plastik viyollere yerleştirilmiştir. Steril kabin içinde bu elmaların ekvator bölgesine karşılıklı olacak şekilde, steril çelik bir tel ile 3 mm çapında 3-4 mm derinliğinde 2 adet yara açılmıştır.

Borik asitin koruyucu etkisinin belirlenmesi için, elma meyvelerinde yara açılma işleminin ardından meyveler steril kabin içinde 2 saat bekletilmiştir. Açılan yaralara önce steril su ile hazırlanan borik asitin farklı konsantrasyonlarından alınan 25 μL 'lik süspansiyon mikropipet yardımıyla açılan yaralara uygulanmıştır. Borik asit uygulaması yapılmış bu yaralara, 2 saat sonra %0.03'lük Tween 20 içeren 1×10^5 konidi mL^{-1} süspansiyonundan 25 μL 'lik miktar mikropipet yardımıyla uygulanmıştır. Borik asitin tedavi edici etkisinin belirlenmesinde ise, önce yukarıda belirtilen miktarda spor süspansiyonu meyve üzerinde açılan yaralara mikropipet yardımıyla aynı şekilde uygulanmış ve inkübasyona bırakılmıştır. Bu yaralara aynı tuz konsantrasyonları aynı miktarda 24 saat sonra eklenmiştir.

Her iki uygulamada da negatif kontrol amacıyla meyvede açılan yaralara aynı miktarda %0.03'lük Tween 20 içeren steril saf su, pozitif kontrol olarak ise patojenin spor süspansiyonu aynı miktarda (1×10^5 konidi mL^{-1}) uygulanmış, plastik viyollere konulan elmalar inkübatörde 21°C 'de inkübasyona bırakılmış ve inokülasyondan 7 gün sonra enfekteli meyveler kontrol edilmiştir (Droby ve ark., 2003). Elmalar üzerindeki lezyon alanını belirlemek amacıyla 7.

günün sonunda lezyonlu alan üzerine konan asetat kağıdına fungal gelişiminin sınırları çizilmiştir. Asetat kağıtlarındaki çizimler üzerinde 5 cm'lik bar olan beyaz A4 kağıtlarına aktarılmış ve Mustek 1200 UB Plus (Mustek Systems, Inc., Hsin Chu, Taiwan, PRC), masaüstü scanner ile taranarak 24-bit bmp dosyası olarak kaydedilmiştir. Digimizer programı (Version 4.0.0.0 for Windows 2005-2011 MedCalc Software bvba Broekstraat 52, 9030 Mariakerke, Belçika) kullanılarak lezyon alanları hesaplanmıştır (Türkkan ve Erper, 2015). Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yürütülmüş, her bir elma meyvesi bir tekerrür olarak kabul edilmiştir (Nunes ve ark., 2001; Türkkan ve ark., 2017).

İstatistik analiz

Çalışmada elde edilen veriler ayrı ayrı tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar XLSTAT (Version 2016.02.28451, Addinsoft Company) programı kullanılarak Fisher's LSD ($P<0.05$) testi ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Borik asitin *P. expansum*'un misel gelişimi, konidi çimlenmesi ve çim tüpü uzunluğuna etkisi

Borik asitin artan konsantrasyonlarına paralel olarak *P. expansum*'un misel gelişimi üzerine

engelleyici etkilerinde de artış gözlenmiştir. Borik asitin %0.0625, 0.125 ve 0.25 konsantrasyonları fungusun misel gelişimini sırasıyla %24.99, 68.88 ve 100 oranında engellemiştir. Tuzun daha yüksek konsantrasyonlarının misel gelişimi üzerine etkileri %0.25 konsantrasyon ile benzerlik göstermiştir. Ayrıca, misel gelişimini tamamen engelleyen konsantrasyonlar istatistiksel olarak diğer konsantrasyonlardan önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 1).

Borik asitin %0.25 ve üzeri konsantrasyonlarda fungusun hem spor çimlenmesini hem de çim tüp uzunluğunu tamamen engellendiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Tuzun %0.0625 ve 0.125 konsantrasyonlarda spor çimlenmesini ve çim tüpü uzunluğunu tamamen engelleyemediği tespit edilmiştir. Dolayısıyla, hem spor çimlenmesinde hem de çim tüpü uzunluğunda tam engellenmenin gerçekleştiği konsantrasyonlar (%0.25-2.00)'dan bu iki konsantrasyon istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$).

Önceki çalışmalardan elde bulgular ile mevcut çalışmanın uyum içerisinde olduğu görülmektedir (Qin ve ark., 2010; Thomidis ve Exadaktylou, 2010; Cao ve ark., 2012, Li ve ark., 2012, Shi ve ark., 2012). Çalışmamıza benzer olarak Lai ve ark. (2016)'nın yaptığı çalışmada *in vitro* koşullarda borik asitin *P. expansum*'un gelişmesinde engelleyici etkisini tespit etmişlerdir.

Çizelge 1. Borik asitin artan konsantrasyonlarının *Penicillium expansum*'un misel gelişimi üzerine engelleyici etkisi (%)
Table 1. The inhibitory effect of increasing concentrations of boric acid on mycelial growth of *Penicillium expansum* (%)

Tuz Salt	Konsantrasyon (% w/v) Concentration (% w/v)	Engelleme (%) Inhibition (%)		
		Misel gelişimi Mycelial growth	Spor çimlenme Spore germination	Çim tüp uzunluğu Germ tube elongation
Borik asit Boric acid	0.0625	24.99±2.46 c*	39.75±0.85 c	50.75±1.55 c
	0.125	68.88±2.22 b	74.00±0.85 b	85.50±2.02 b
	0.25	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
	0.50	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
	1.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
	2.00	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a	100.00±0.00 a
Kontrol Control	0.00	0.00±0.00 d	0.00±0.00 d	0.00±0.00 d

*Aynı sütünde yer alan ve aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında Fisher's LSD ($P<0.05$) testine göre fark yoktur.

Cao ve ark., (2012), hünnap meyvesinde mavi küf hastalığına neden olan *P. expansum*'a karşı potasyum tetraboratın artan konsantrasyonuna paralel olarak misel gelişiminin engellenmesinin de arttığını rapor etmişlerdir. Aynı çalışmada tuzun %0.01 ve 0.05 konsantrasyonlarda fungus misel gelişimi engellenmezken, %0.1'de %10-15 oranında, %0.25'te ise tamamen engellendiği gözlenmiştir. Benzer olarak yapılan başka bir çalışmada ise %1 konsantrasyonda potasyum tetraboratın *B. cinerea* (bağda kurşuni küf etmeni)'nin misel gelişimini tamamen engellediği ve %0.1 ve %0.05 konsantrasyonlarda spor çimlenmesini ve çim tüpü uzunluğunu önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir ($P<0.05$) (Qin ve ark. 2010). Li ve ark., (2012), patatesten kuru çürüklüğe neden olan *Fusarium sulphureum*'e karşı potasyum tetraborat ($K_2B_4O_7$) ve boraks ($Na_2B_4O_7$)'in etkinliğini belirlemek için yaptıkları çalışmada, artan tuz konsantrasyonları ile fungusun spor çimlenmesinin ve misel gelişiminin engellenmesi arasında pozitif bir ilişki olduğunu, özellikle çalışmada kullanılan en yüksek konsantrasyon ($20 \text{ g L}^{-1} = \%2, \text{ w/v}$)'da engellenmenin %100 olduğunu tespit etmişlerdir. Potasyum tetraboratın 20 mM (%0.61) konsantrasyonunun *C. gloeosporioides* (mango meyvelerinde antraknoz hastalığı)'ın spor çimlenmesini ve çim tüpü uzunluğunu sırasıyla yaklaşık %72 ve %94 oranında azalttığı (Shi ve ark., 2012), %0.1'lik konsantrasyonda ise *P. expansum*'un spor çimlenmesini ve çim tüpü uzunluğunu yaklaşık %12 ve %82 oranında azalttığı bildirilmiştir (Qin ve ark., 2007).

Borik asitin toksisitesi

Çalışmada kullanılan borik asitin *P. expansum*'un misel gelişimi üzerine olan toksik etkisi değerlendirildiğinde EC_{50} değerinin %0.09 olduğu görülmüştür. Tuzun fungistatik etkinliğinin (MIC değerinin) %0.25'te gerçekleştiği ve fungisidal (fungitoksik) konsantrasyonun (MFC değerinin) ise %2'den büyük olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan benzer çalışmalarda farklı bor ve diğer bazı organik ve inorganik tuzların bitki patojeni

funguslara karşı toksik etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Rolshausen ve Gubler, 2005; Thomidis ve Exadaktylou, 2010; Li ve ark., 2012; Türkkan ve ark., 2017). Thomidis ve Exadaktylou, (2010) *Monilia laxa* (şeftalilerde kahverengi çürüklük)'ya karşı uyguladıkları boraks ve Power B'nin EC_{50} değerlerinin sırasıyla 107.9 ve 522.4 $\mu\text{g mL}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada *Eutypa lata*'nın misel gelişiminin engellenmesinde borik asitin EC_{50} değeri 125 $\mu\text{g mL}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Rolshausen ve Gubler, 2005). Li ve ark. (2012) potasyum tetraborat ve boraksın *F. sulphureum*'un misel gelişimi üzerine etkili konsantrasyon (EC_{50} değerleri)'un sırasıyla 2.8 ve 3.2 g L^{-1} olarak tespit etmişlerdir. Türkkan ve ark. (2017)'nin *B. cinerea*'ya karşı test ettikleri 6 farklı tuz içinde amonyum karbonat, amonyum bikarbonat ve sodyum karbonat tuzlarının etkili konsantrasyon (EC_{50} değeri) değerlerinin <10 mM olduğunu, sonuçta bu tuzların diğer 3 tuz (potasyum karbonat, potasyum bikarbonat ve sodyum bikarbonat)'a kıyasla daha toksik olduğu ve MIC değerlerinin sırasıyla 25, 10 ve 25 mM olduğunu bildirmişlerdir.

Elma meyveleri üzerinde borik asitin P. expansum'a karşı koruyucu ve tedavi edici etkileri

In vivo çalışmalarda, borik asitin farklı konsantrasyonlarının elma mavi küf hastalığına karşı koruyucu ve tedavi edici etkinlikleri değerlendirildiğinde, %0.25'lik konsantrasyonun üzerindeki tüm konsantrasyonlarda meyve üzerindeki lezyon alanının patojen ile inokule edilmiş pozitif kontrole kıyasla önemli oranda azalttığı belirlenmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 2; Şekil 1). Dahası borik asitin %0.50, 1.0 ve 2.0'lik konsantrasyonlarının koruyucu uygulamada hastalık şiddetini sırasıyla %40.00 (5.85 cm^2), %74.87 (2.45 cm^2) ve %94.46 (0.54 cm^2) oranında azaltırken, tedavi edici uygulamada %33.07 (6.86 cm^2), %77.27 (2.33 cm^2) ve %91.41 (0.88 cm^2) oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Her iki uygulamada da hastalık gelişimi üzerine en etkili konsantrasyonun %2 olduğu ve diğer konsantrasyonlardan istatistiksel olarak önemli bir farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 2. Elmada mavi küf etmeni *Penicillium expansum*'a karşı borik asitin farklı konsantrasyonlarının koruyucu ve tedavi edici etkileri (*in vivo*)

Table 2. Protective and curative effects of different concentrations of boric acid against blue mold agent *Penicillium expansum* on apple (*in vivo*)

	Konsantrasyon (%, w/v)	Lezyon alanı (cm ²) Lesion area (cm ²)	
	Concentration (%, w/v)	Koruyucu Protective	Tedavi Edici Curative
	0.25	8.68±0.38 a	9.50±0.23 a
Borik Asit	0.50	5.85±0.64 b	6.86±0.38 b
Boric Acid	1.00	2.45±0.29 c	2.33±0.27 c
	2.00	0.54±0.07 d	0.88±0.16 d
	Pozitif Kontrol	9.75±0.32 a	10.25±0.43 a

Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık Fisher's LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

Elde ettiğimiz bulgular daha önce hasat sonu hastalıklarının mücadelesinde kullanılan bor ve diğer tuz bileşiklerinin uygulamaları ile benzerlik göstermektedir. Domateslerde meyve

çürüklüğüne neden olan çeşitli fungus (*Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Geotrichum candidum*, *R. stolonifer*, *Aspergillus flavus* ve *A. niger*)'lara karşı farklı tuz ve fungusitlerin kullanıldığı bir çalışmada, %0.4, %0.5 ve %0.6'lık konsantrasyonlarda kullanılan borik asit ve boraks uygulamalarının patojen ile inokuleli kontrole kıyasla domateslerde hastalık şiddetini önemli oranda azalttığı bildirilmiştir (Akhtar ve ark., 1994). Shi ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada mango meyvelerinde *C. gloeosporioides*'in neden olduğu antraknoz hastalığına karşı potasyum tetraboratın %0.2 konsantrasyonda, uygulama yapılmış kontrol meyvelerine göre lezyon oluşumunu yaklaşık %47 oranında azalttığını tespit etmişlerdir.



Şekil 1. Elmada mavi küf etmeni *Penicillium expansum*'a karşı borik asitin farklı konsantrasyonlarının koruyucu ve tedavi edici etkileri

Figure 1. Protective and curative effects of different concentrations of boric acid against blue mold agent *Penicillium expansum* on apple

Çalışmamızda kullanılan *P. expansum* izolatına karşı *in vitro* koşullarda etkili bulunan tuz konsantrasyonlarının *in vivo* koşullarda da etkili olduğu gözlenmiştir. Ancak Wisniewski ve ark., (1998) *P. digitatum* ve *B. cinerea*'ya karşı kullanılan farklı bileşiklerin *in vitro* ve *in vivo* engelleyici etkileri arasında bir ilişki olmadığını rapor etmişlerdir. Tuzların koruyucu ve tedavi edici etkiler tuz, konukçu bitki dokusu ve patojen arasındaki etkileşime bağlı olabilir. Ayrıca bu belirli tuzlara özgü konukçu savunma mekanizmaları gibi kimyasal, fizyokimyasal veya biyokimyasal reaksiyonları içerebilir.

Sonuçlar

Sonuç olarak, borik asitin bazı konsantrasyonlarının hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda, *P. expansum*'un neden olduğu elmada mavi küf hastalığının mücadelesinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bor bileşiklerinin antifungal etkisi, patojenin hücre zarını bozarak, sitoplazmik materyallerin dışarı çıkması ve sonuçta patojenin ölümüne yol açması şeklinde olabilmektedir (Qin ve ark., 2010). Elma meyveleri üzerine uygulanan borik asitin en yüksek konsantrasyonu (%2.0)'nda bile meyveler üzerinde hiçbir şekilde fitotoksisite görülmemiş olması, bu bileşiklerin farklı

patojenlerin mücadelesinde de potansiyel olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bor, bitkiler için gerekli bir mikroelement olup, fungus, bakteri ve birçok böceğin mücadelesi için tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır (Qin ve ark. 2010). Ayrıca hasat sonu fungal hastalıkların entegre mücadelesi için borun diğer geniş spektrumlu antimikrobiyal özelliğe sahip ve genellikle güvenli kabul edilen (GRAS) organik ve inorganik tuzlarla kombinasyon halinde etkinliklerinin belirlenmesine yönelik yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology*. Academic press.
- Akhtar, K. P., Matin, M., Mirza, J. H., Shakir, A. S. ve Rafique, M. (1994). Some studies on the post harvest diseases of tomato fruits and their chemical control. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 6, 125-129.
- Anonymous (2019a). Bitki koruma ürünleri veri tabanı (BKU). <https://bku.tarim.gov.tr>.
- Anonymous (2019b). <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Bor>.
- Cao, B., Li, H., Tian, S. ve Qin, G. (2012). Boron improves the biocontrol activity of *Cryptococcus laurentii* against *Penicillium expansum* in jujube fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 68, 16-21.
- Conway, W. S., Leverentz, B., Janisiewicz, W. J., Blodgett, A. B., Saftner, R. A. ve Camp, M. J. (2004). Integrating heat treatment, biocontrol and sodium bicarbonate to reduce postharvest decay of apple caused by *Colletotrichum acutatum* and *Penicillium expansum*. *Postharvest Biology and Technology*, 34(1), 11-20.
- Conway, W. S., Leverentz, B., Janisiewicz, W. J., Saftner, R. A. ve Camp, M. J. (2005). Improving biocontrol using antagonist mixtures with heat and/or sodium bicarbonate to control postharvest decay of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 36(3), 235-244.
- Droby, S., Wisniewski, M., El Ghaouth, A. ve Wilson, C. (2003). Influence of food additives on the control of postharvest rots of apple and peach and efficacy of the yeast-based biocontrol product Aspire. *Postharvest Biology and Technology*, 27(2), 127-135.
- FAO, (2019). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Frisvad, J. C. ve Samson, R. A. (2004). Polyphasic taxonomy of *Penicillium* subgenus *Penicillium*. A guide to identification of food and air-borne terverticillate *Penicillia* and their mycotoxins. *Studies in mycology*, 49(1), 1-174.
- Grant, I. R. ve Patterson, M. F. (1991). Effect of irradiation and modified atmosphere packaging on the microbiological safety of minced pork stored under temperature abuse conditions. *International journal of food science & technology*, 26(5), 521-533.
- Janisiewicz, W. J. (1998). Biocontrol of postharvest diseases of temperate fruits. *Plant-microbe interactions and biological control*, 171-198.
- Karabulut, O. A., Arslan, U., İlhan, K. ve Kuruoğlu, G. (2005). Integrated control of postharvest diseases of sweet cherry with yeast antagonists and sodium bicarbonate applications within a hydrocooler. *Postharvest biology and technology*, 37(2), 135-141.
- Lai, T., Wang, Y., Bai, X., Qi, Q., Xu, M. ve Zhou, T. (2016). Dissecting inhibitory effect of boric acid on virulence and patulin production of *Penicillium expansum*. *Postharvest Biology and Technology*, 117, 187-196.
- Li, Y., Yang, Z., Bi, Y., Zhang, J. ve Wang, D. (2012). Antifungal effect of borates against *Fusarium sulphureum* on potato tubers and its possible mechanisms of action. *Postharvest biology and technology*, 74, 55-61.
- Mari, M., Leoni, O., Iori, R. ve Cembali, T. (2002). Antifungal vapour-phase activity of allyl-isothiocyanate against *Penicillium expansum* on pears. *Plant pathology*, 51(2), 231-236.
- Mecteau, M. R., Joseph, A. R. U. L. ve Tweddell, R. J. (2002). Effect of organic and inorganic salts on the growth and development of *Fusarium sambucinum*, a causal agent of potato dry rot. *Mycological Research*, 106(6), 688-696.
- Nunes, C., Usall, J., Teixidó, N., Eribe, X. O. D. ve Viñas, I. (2001). Control of post-harvest decay of apples by pre-harvest and post-harvest application of ammonium molybdate. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 57(12), 1093-1099.
- Palou, L., Marcilla, A., Rojas-Argudo, C., Alonso, M., Jacas, J. A. ve del Río, M. Á. (2007). Effects of X-ray irradiation and sodium carbonate treatments on postharvest *Penicillium* decay and quality attributes of clementine mandarins. *Postharvest biology and technology*, 46(3), 252-261.
- Qin, G., Tian, S., Chan, Z. ve Li, B. (2007). Crucial role of antioxidant proteins and hydrolytic enzymes in pathogenicity of *Penicillium expansum*: analysis based on proteomics approach. *Molecular & Cellular Proteomics*, 6(3), 425-438.
- Qin, G., Zong, Y., Chen, Q., Hua, D. ve Tian, S. (2010). Inhibitory effect of boron against *Botrytis cinerea* on table grapes and its possible mechanisms of action. *International Journal of Food Microbiology*, 138(1-2), 145-150.
- Rolshausen, P. E. ve Gubler, W. D. (2005). Use of boron for the control of *Eutypa dieback* of grapevines. *Plant Disease*, 89(7), 734-738.
- Shi, X., Li, B., Qin, G. ve Tian, S. (2012). Mechanism of antifungal action of borate against *Colletotrichum gloeosporioides* related to mitochondrial degradation in spores. *Postharvest Biology and Technology*, 67, 138-143.
- Snowdon, A. L. (1990). A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Volume 1: General introduction and fruits. *Wolfe Scientific Ltd*.
- Temur, C. ve Tiryaki, O. (2012). Combination of Irradiation

- and Sodium Carbonate to Control Postharvest *Penicillium* Decay of Apples. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 42(1-2-3), 47-56.
- Thomidis, T. ve Exadaktylou, E. (2010). Effect of boron on the development of brown rot (*Monilinia laxa*) on peaches. *Crop protection*, 29(6), 572-576.
- Thompson, D. P. (1989). Fungitoxic activity of essential oil components on food storage fungi. *Mycologia*, 81(1), 151-153.
- Tripathi, P., Dubey, N. K., Banerji, R. ve Chansouria, J. P. N. (2004). Evaluation of some essential oils as botanical fungitoxicants in management of post-harvest rotting of citrus fruits. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20(3), 317-321.
- TÜİK, (2019). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <https://tuik.gov.tr>.
- Türkkan, M. ve Erper, İ. (2015). Inhibitory influence of organic and inorganic sodium salts and synthetic fungicides against bean root rot pathogens. *Gesunde Pflanzen*, 67(2), 83-94.
- Türkkan, M., Özcan, M. ve Erper, İ. (2017). Antifungal effect of carbonate and bicarbonate salts against *Botrytis cinerea*, the casual agent of grey mould of kiwifruit. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(2), 107-114.
- Wisniewski, M. E., Droby, S., El-Ghaouth, A. ve Wilson, C. L. (1998). The use of food additives to control postharvest decay and enhance biocontrol activity of yeast antagonists. In *Proc Internat Congress Plant Pathol, August* (pp. 9-16).
- Xuan, H., Streif, A., Römheld, V. ve Bangerth, F. (2005). Application of boron with calcium affects respiration and ATP/ADP ratio in 'Conference' pears during controlled atmosphere storage. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80(5), 633-637.
- Zhang, J. ve Timmer, L. W. (2007). Preharvest application of fungicides for postharvest disease control on early season tangerine hybrids in Florida. *Crop Protection*, 26(7), 886-893.



Sivas bölgesinde buğday üretiminde yakıt enerji verimliliğine etki eden faktörlerin araştırılması

Investigation of factors affecting the fuel energy productivity in wheat production of Sivas region

Ferhat KÜP^{1*} , Abdullah TURGUD¹ 

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği, 63200, Şanlıurfa

To cite this article:

Küp, F. & Turgud, A. (2020). Sivas bölgesinde buğday üretiminde yakıt enerji verimliliğine etki eden faktörlerin araştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 73-84. DOI:10.29050/harranziraat.628795

Address for Correspondence:

Ferhat KÜP

e-mail:

ferkup63@harran.edu.tr

Received Date:

03.10.2019

Accepted Date:

24.02.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Tarımsal üretimde en büyük girdi enerjidir. Bundan dolayı enerji verimliliği tarımsal üretimde azami derecede dikkate alınması gereken bir konudur. Üretimde önemli bir girdi olan enerjinin verimli olarak minimum düzeyde kullanılması, çiftçilere daha az bir girdi sağlayıp üretimde elde edilen kârı artırmaktadır. Bu çalışma Sivas ilinde buğday üretiminde tüketilen yakıt enerjisine etki edebilecek etmenlerin belirlenmesi için 2017-2018 yılları arasında arazi koşullarında yapılmıştır. Tüketilen yakıt enerjisine etki eden etmenler olarak arazi eğimi, arazi toprak yapısı ve arazi taşlık değeri dikkate alınmıştır. Bu çalışmadaki amaç, tüketilen yakıt enerjisi ile buna etki eden etmenlerin karşılaştırılmasının yapılmasıdır. Araştırmanın sonucunda incelenen etmenlerin (arazi eğimi, toprak yapısı, taşlılık) %70 oranında yakıt enerjisini etkilediği görülmüştür. Bu etmenlerden arazinin eğimi, tüketilen enerji değişkenini %47 oranında etkilemiştir. Sonuç olarak arazi eğiminin azaltılması, toprak yapısının dengelenmesi, taşlılık değerinin azaltılması vb. yapılacak düzenlemelerle enerji verimliliğinin artırılabilirliği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Buğday üretimi, Enerji verimliliği, Yakıt enerjisi

ABSTRACT

Energy is the largest input in agricultural production. Therefore energy efficiency is an issue that should be considered in the high degree of importance in agricultural production. The efficient use of energy, which is an important input in production, at a minimum level, provides less input to farmers and increases the profit obtained in production. This study was carried out in 2017-2018 in field conditions in order to investigate the factors that may affect the fuel energy consumed in wheat production in Sivas Region. Land slope, land soil structure and land stony value were taken into consideration as factors affecting fuel energy consumed. The aim of this study is to compare the fuel energy consumption and the factors affecting fuel energy consumption. As a result of the research, it was observed that the factors examined (land slope, soil structure, stoniness) affect the use of fuel energy by 70%. Of these factors, the slope of the land affects the energy consumption variable consumed by 47%. As a result, it is seen that energy efficiency can be increased by reducing land slope, balancing soil structure, reducing stony value and similar arrangements.

Key Words: Wheat production, Energy productivity, Fuel energy

Giriş

Dünyanın gelecekteki en büyük sorunlarından üçü su, enerji ve gıda güvenliğidir. Gelecekte Dünyanın bu sorunları çözmesi için üretimde

verimliliğin artırılması, alternatif çevreci üretim yöntemlerinin kullanılması vb. ile ilgili çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir. Özellikle enerji ve enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar büyük öneme sahiptir. Günümüzde

üretimin her dalında büyük bir oranda fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Fosil yakıtların çevreye verdiği zararlar ve tükenebilir olması sebebiyle bu yakıtlarla ilgili alınacak iki tedbir vardır. Bunlar, alternatif enerji kaynaklarının kullanılması diğeri ise enerji verimliliğinin arttırılmasıdır. Günümüzde alternatif enerji kaynakları olarak güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, su enerjisi biokütle enerjisi, jeotermal enerji vb. kullanılmaktadır. Okant (2012), tarafından yapılan çalışmada Biodizel yakıtının zararlı emisyon yayma miktarının düşük olmasından dolayı toplu taşıma araçlarında, deniz ulaşımında, ormanlarda vb. kullanılabilceğini belirtmiştir. Bununla birlikte sektörel bazda yakıt enerji verimliliğinin arttırılması da büyük öneme sahiptir. Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan, birim veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır (ETKB, 2019). Enerji verimliliğini sağlamanın üç yolu vardır. Birinci yolu alternatif enerji kaynakları kullanmak, ikincisi ürün miktarını arttırmak, diğeri ise enerjiye etki eden faktörleri belirleyerek bunları enerjiyi azaltacak şekilde düzenlemektir. Enerji verimliliği, sürdürülebilir bir küresel enerji sisteminin ilk unsurudur. Enerji verimliliği, çevresel ve sosyal faydalar sağlarken iklim değişikliğini azaltabilir, enerji güvenliğini artırabilir ve ekonomileri büyütebilir (İEA, 2019). Türkiye’de ilk olarak 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, 2 Mayıs 2007 tarihli 26510 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bununla birlikte bina, sanayi ve birçok sektörde enerji verimliliğinin düzenlenmesi ile ilgili çalışmalar başlamıştır. Enerji verimliliği en önemli eylem önceliği olarak algılanmaya devam etmektedir. Türkiye, 2023 yılına kadar birincil enerji tüketiminin %14’ünü azaltacak uygulamaları ortaya koyan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planını Ocak 2018’de ilan etmiştir. Eylem Planı, 10.9 milyar ABD doları tutarında planlı yatırım içeren bir stratejiyle Türkiye’nin birincil enerji tüketiminden 23.9 milyon ton tasarruf etmeyi amaçlamaktadır. Öngörülen toplam yatırımın geri dönüşünün 2033 yılına kadar 30 milyar ABD doları

olması beklenmektedir. Planda belirtilen sektörel önlemler arasında binalar ve hizmetler, enerji, ulaştırma, endüstri ve teknoloji, tarım ve kesişen alanlar bulunmaktadır. Eylem Planının 2019 yılında sonuçlandırılması ve her bir kategori altındaki uygulamanın aynı yıl içerisinde netleştirilmesi beklenmektedir (WEC, 2019). Iqbal (2007) yaptığı çalışmada geleneksel tarımdan modern tarıma geçiş devresinde ticari enerji kullanımının da keskin bir şekilde arttığını belirtmiştir. Tarımda farklı ürünler için enerji ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Çelen ve ark. (2017) elma yetiştiriciliğinde enerji girdi-çıkı analizini yapmışlardır. Sonuçta genel enerji girdileri içerisinde en yüksek enerji tüketiminin sırasıyla gübre enerjisi, yakıt-yag enerjisi, kimyasallar, makine, insan işgücü ve sulama enerjisi olduğunu belirtmişlerdir. Altuntaş ve ark. (2019) Sivas ili Gürün ilçesinde kuru tarım şartlarında buğday üretimi için farklı toprak işleme yöntemlerinin enerji tüketimine olan etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak Enerji oranı, özgül enerji, enerji verimliliği ve enerji kârlılığı açısından, geleneksel toprak işleme yöntemi yerine doğrudan ekim, koruyucu toprak işleme ve azaltılmış toprak işleme sistemlerinin kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Alipour ve ark. (2012) yaptıkları çalışmanın sonucunda, hedeflenen pirinç tarlalarında kullanılan sulama, elektrik ve (N) gübre kullanımının gerekenden fazla olduğunu belirtmişler. Bununla birlikte asıl amacın girdileri düşürmek değil girdilerin verimli bir şekilde kullanılması olduğunu vurgulamışlardır. Afshar ve ark. (2013) 2019-2010 yılları arasında İran’ın Markazi bölgesindeki fıstık üretimi için yaptıkları ekonomik analizde mevcut uygulamalar ile enerji verimliliğinin sağlanmadığını ve enerji kullanım verimliliğini arttırmak için çaba gösterilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır. Golaszewski ve ark. (2014) Avrupa’nın farklı iklim koşullarında buğday üretiminde meydana gelen enerji verimliliğini incelemişlerdir. Sonuçta enerji tasarrufu ile ilgili faaliyetlerin belli bölgelerde evrensel olabileceğini ya da belirli bir coğrafi bölgeye özgü olabileceğini belirtmişlerdir. Gözübüyük ve ark. (2019) tarımsal üretimin asıl

amacının minimum maliyetle optimum verim elde etmek ve ayrıca enerjyi verimli kullanmak olduğunu belirtmişlerdir. Tritikale ve buğday üretiminde enerji verimliliği üzerine yaptıkları çalışmalarında her iki bitki üretiminde de çevreye zararlı yenilenebilir olmayan enerji kullanıldığını ve bu enerjinin büyük miktarının gübre enerjisi ve yakıt enerjisi olduğunu belirtmişlerdir. Toprak yapısı içerisindeki kum, kil, silt değerlerinin toprak sıkışmasına etkisi vardır. Toprak sıkışması verimi düşürmektedir. Kuhwald ve ark, (2008) yaptıkları çalışmada, toprak direncinin toprak tekstürüne, toprak yapısına ve organik karbon içeriğine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Baran ve ark, (1996) yaptıkları çalışmada killi tınlı topraklarda organik toprak eklemenin sıkışmaya olan etkisini araştırmışlardır. % 4 oranında organik toprakla karıştırılmış örneklerde bütün sıkışma düzeylerinde, yarayışlı su miktarları hariç, diğer özelliklerin olumlu yönde etkilendiğini saptamışlardır.

Dünya'nın ve Türkiye'nin neredeyse her bölümünde üretimi yapılan buğday; gerek çok büyük üretici kitlesini ilgilendirmesi, gerekse insanların temel gıdası olan ekmeğin hammaddesini oluşturması bakımından oldukça önemli bir üründür.

Çalışma kapsamında öncelikle Sivas ilinin Gürün ilçesinde buğday üretimi yapan 30 çiftçi belirlenmiştir. TÜİK (2018) verilerine göre Türkiye'de 20.000.000 ton buğday (durum buğdayı + durum buğdayı hariç) üretimi yapılmış olup bunun 624.119 ton'u Sivas ilinde gerçekleşmiştir. Sivas ili Türkiye'deki toplam üretim içerisinde % 3,12'lik bir paya sahiptir. Çalışmada, buğdayın ekiminden hasadına kadar harcanan enerji miktarının ortalaması ile buna etki edebilecek çevresel faktörler incelenmiş ve bunlar arasındaki ilişki tespit edilmeye çalışılmıştır. Çevresel faktörler olarak enerji tüketimine etki edebilecek toprağın yapısı, arazinin taşlık değeri ve arazinin eğimi göz önüne alınmıştır. Bu faktörler uygun bir şekilde düzenlenerek enerji tüketiminin minimum seviyeye getirilmesi hedeflenmektedir. Özellikle yürütülen çalışmalar tarımsal üretimin farklı

aşamalarında tüketilen enerji miktarları dikkate alınarak yapılmaktadır. Bununla birlikte enerjiye etki eden fiziksel şartlar göz önüne alınmamıştır. Bu çalışma enerji ile birlikte enerjiye etki eden arazinin fiziksel şartlarını dikkate alınması ile önem ve farklılık arz etmektedir.

Materyal ve Metot

Sivas ilinde buğday tarımı yapılan araziler

Sivas ili Gürün ilçesinde Karadoruk, Kavak, Başören ve Erdoğan köylerinde kuru tarımla buğday üretimi yapan aynı zamanda danışmanlığı yapılan 30 çiftçi belirlendikten sonra buğdayın ilk ekiminden hasadına kadar geçen süre içinde sürekli gözlem yapılarak belirli veriler elde edilmiştir. Buğday üretiminde dekara düşen litre olarak yakıt miktarı belirlenerek, bu değere çevresel faktörlerin (toprağın yapısı, arazi eğimi, taşlılık oranı) nasıl etki ettiği gözlemlenmiştir. Böylece enerji tüketimine etki eden etmenlerle, enerji tüketimini minimuma indirebilecek uygulamaların araştırılması ve bunların uygulanması sağlanmış olacaktır.

Elek analizi

Uluslararası sistemde; çapı 2 mm'den büyük parçacıklar çakıl-taş, 2 mm ile 0.02 mm arası parçalar kum, 0.02 mm ile 0.002 mm arası silt ve 0.002 mm den küçük parçalar kil olarak sınıflandırılmıştır (Anonim, 2019). Elek analizi ile 0.02 mm çapına kadar olan parçalar hesaplanmaktadır. Elek analizi yöntemi 0.02 mm çapından büyük parçacıkların ayrıştırmasında kullanılan bir yöntemdir. Eşit aralıklı ve birbiri ile 90 derecelik açı ile kesişen tellerden oluşan bir kare eleği kullanılmıştır.

Bu analizde 2 mm ve 0.02 mm genişliklerinde iki elek kullanılmıştır. Araziden alınan 1 kg ağırlığındaki numuneyi ilk önce 2 mm eleğe katıp 15 dakika eledikten sonra eleğin içinde kalan miktar tartılıp not edilmiştir. Daha sonra elekten geçen numuneyi 0.02 mm genişliğinde eleğe katıp 15 dakika eledikten sonra elekte kalan numune ile elekten geçen numune ayrı ayrı tartılıp not edilmiştir. Son olarak alınan verilerin istatistiksel

analizi yapıp topraktaki çakıl-taşlık oranı, kum oranı ve kil ile silt oranı bulunmuştur. Silt ve kil oranını belirlemek uzun bir zaman gerektirdiğinden ve ekipman yetersizliğinden ötürü, işlemler toprak analizi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Yapılan toprak analizi sonuçlarına göre topraktaki silt ve kil oranı her arazi için ayrı ayrı belirlenmiştir.

Arazi eğiminin ölçülmesi

İki nokta arasındaki yükselti farkının bu iki nokta arasındaki yatay uzaklığa oranı ile eğim bulunmaktadır. Yükselti farkını bulmak için, nivo ve mira aletinden faydalanılmıştır. Yatay uzunluk mesafesini bulmak için metre kullanılmıştır. Eğim denklemi aşağıda belirtilmiştir (Anonim, 2018).

$$Eğim = \frac{yükselti}{yatay uzunluk} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

İstatistik analizleri

İstatistik analizleri SPSS programı yardımıyla yapılmıştır. İstatistik analizlerinde bağımlı değişken olarak tüketilen enerji, bağımsız değişkenler olarak taşlık değeri, toprak yapısı ve eğim değerleri belirlenmiştir. Toprak yapısı kum, kil ve silt olmak üzere üç değerden oluşmakta ve her bir değer için ayrı ayrı tüketilen enerji değerinde değişimlere katkısı da incelenmiştir. Ön analiz

kapsamında tanımlayıcı istatistiksel analiz yapılmıştır. Uygun analiz türünün belirlenmesinde ilk kriter, verilerin türüdür. Veri türüne göre parametrik veya parametrik olmayan testlerden hangisinin yapılacağını belirlemek için Kolmogorov-Smirnov testi yapılmıştır. Testin sonucunda parametrik testlerin uygun olduğu belirlenmiştir. Parametrik testlerden regresyon ve korelasyon analizleri yapılarak bağımlı değişkene (yakıt tüketimi) ve bağımsız değişkenlerin (arazi eğimi, toprak yapısı) hangi oranlarda etki ettiği belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Tarımsal alanlardan elde edilen veriler

Sivas bölgesinde buğday üretimi yapan 30 çiftçi belirlenerek ekimden hasada kadarki süreç içerisinde yapılan tüm işlemler gözlemlenerek araştırma için gerekli olan veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Araştırma verilerinin ön analizi

Çizelge 2’de bağımlı ve bağımsız değişkenlerin istatistiksel tanım verileri verilmiştir.

Çizelge 1. Tarım alanlarından elde edilen veriler
Table 1. Data obtained from agricultural fields

Araziler <i>Lands</i>	Tohum Çeşidi <i>Seed Type</i>	Taşlık Değeri(%) <i>Stony Value (%)</i>	Toprağın Yapısı(%) <i>Structure of Soil (%)</i>			Eğim(α) (%) <i>Slope (α) (%)</i>	Tüketilen Yakıt Miktarı (l da ⁻¹) <i>Amount of Fuel Consumed (l da⁻¹)</i>				
			Kum <i>Sandy</i>	Kil <i>clay</i>	Silt		Toprak Hazırlığı <i>Soil Preparation</i>	Ekim <i>Sowing</i>	İlaçlama <i>Spraying</i>	Gübreleme <i>Fertilizing</i>	Toplam <i>Total</i>
1	Ankara 98	48	60	18	22	23	2.0	1.9	1.1	1.0	6.0
2	Ankara 98	28	41	37	22	43	2.2	2.0	1.2	1.1	6.5
3	Ankara 98	63	52	31	17	46	2.3	2.2	1.1	1.2	6.8
4	Bayraktar	28	40	33	27	17	1.7	1.6	0.9	0.8	5.0
5	Bayraktar	22	40	37	23	9	1.5	1.4	0.8	0.7	4.4
6	Ankara 98	48	45	33	22	47	2.4	2.3	1.5	1.4	7.6
7	Bayraktar	18	38	35	27	36	1.8	1.7	0.9	1.0	5.4
8	Ankara 98	23	42	38	20	27	1.6	1.5	0.9	0.8	4.8
9	Ankara 98	27	45	40	15	42	1.7	1.6	0.9	0.8	5.0
10	Odeska	68	56	23	21	56	1.9	1.8	1.0	0.9	5.6
11	Bayraktar	51	43	37	20	22	1.8	1.7	0.8	0.9	5.2
12	Kızıltan	28	37	41	22	20	1.7	1.6	0.8	0.9	5.0
13	Odeska		27	52	21	11	1.9	1.8	0.9	1.0	5.6
14	Ankara 98	17	32	43	25	18	1.4	1.3	0.8	0.7	4.2
15	Ankara 98	48	47	33	20	16	1.5	1.4	0.8	0.7	4.4
16	Bayraktar	22	37	43	20	13	1.5	1.5	0.7	0.8	4.5
17	Bayraktar	23	38	33	29	14	1.6	1.5	0.9	0.8	4.8
18	Bayraktar	48	30	43	27	12	1.4	1.3	0.8	0.7	4.2
19	Bayraktar	23	32	43	25	32	1.7	1.6	0.9	0.8	5.0
20	Bayraktar	13	27	46	27	7	1.5	1.4	0.8	0.7	4.4
21	Bayraktar	23	32	47	21	23	1.7	1.6	0.9	0.8	5.0
22	Bayraktar	38	43	31	26	47	1.8	1.7	1.0	0.9	5.4
23	Bayraktar	17	36	41	23	8	1.6	1.5	0.8	0.7	4.6
24	Bayraktar	43	40	39	21	27	1.7	1.6	0.9	0.8	5.0
25	Bayraktar	48	43	36	21	43	1.8	1.7	1.0	0.9	5.4
26	Bayraktar	46	43	36	21	9	1.5	1.4	0.8	0.7	4.4
27	Bayraktar	43	44	36	20	37	1.7	1.6	0.9	0.8	5.0
28	Bayraktar	28	32	30	28	6	1.5	1.4	0.8	0.7	4.4
29	Bayraktar	16	33	38	29	42	2.2	2.1	1.3	1.2	6.8
30	Bayraktar	8	34	36	30	7	1.8	1.7	0.9	0.8	5.2

Çizelge 2 her bir değişkenin yalın hallerinin basit bir şekilde incelendiği tablodur. Çizelge 2'de tüketilen enerji değerinin minimum değeri 4.2, maksimum değeri 7.6 ve ortalama tüketilen enerji ise 5.187'dir. Ortalama arazi eğimi 25.33'tür.

Ortalama kum değerinin 39.97, ortalama silt değerinin 23.07 ve ortalama kil değerinin ise 36.97 olduğu görülmektedir. Arazilerin minimum, maksimum ve ortalama taşlık değerleri sırasıyla; 8.68 ve 32.47 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Tanımlayıcı istatistikler
Table 2. Descriptive statistics

	N	Değişim aralığı Range	Minimum	Maksimum Maximum	Ortalama Mean	Standart hata Std. Error	Standart sapma Std. deviation	Varyans Variance
Tüketilen enerji Energy consumed	30	3.4	4.2	7.6	5.187	0.1527	0.8336	0.700
Taşlık değeri Stony value	30	60	8	68	32.47	2.839	15.551	241.844
Eğim Slope	30	50	6	56	25.33	2.752	15.075	227.264
Kum Sandy	30	33	27	60	39.97	1.405	7.695	59.206
Kil Clay	30	34	18	52	36.97	1.244	6.815	46.447
Silt	30	15	15	30	23.07	0.678	3.713	13.789

Kolmogorov-Smirnov Testi (Normal dağılıma uygunluk testi)

Örneklem büyüklüğümüz 30 (yeterli) olduğu için verilerimizin normal dağılıp dağılmadığı incelenmiş ve sonrasında hangi test grubunun kullanılacağı belirlenmiştir. Yapılan incelemelerde

parametrik analizlerin yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır. Eğer veriler rassal dağılmıyor ise yanlış sonuçlar almamak amacıyla parametrik olmayan veriler için testlere yönelmek gerekecektir. Çizelge 3'te Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 3. Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları
Table 3. Kolmogorov-Smirnov test results

Kolmogorov-Smirnov Testi Kolmogorov-Smirnov Test						
	Tüketilen enerji Energy consumed	Taşlık değeri Stony value	Eğim Slope	Kum Sandy	Kil Clay	Silt
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.258 ^c	0.101 ^c	0.191 ^c	0.200 ^{c, d}	0.200 ^{c, d}	0.065 ^c
^a . Test dağılımı normal ^a . Test distribution normal	^b . Veriden hesaplanan ^b . Calculated from data		^c . Lilliefors anlamlılık düzeltmesi ^c . Lilliefors significance correction		^d . Gerçek öneme sahip bir alt sınırdır. ^d . This is a lower bound of the true significance	

Çizelge 3'de Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları verilmiştir. Tablonun Assymp.Sig. (Anlamlılık) satırındaki değerlerin istatistiksel anlamlılık hesaplamalarında sınır değeri kabul edilen 0.05'ten büyük olması incelenen faktörlerin dağılımlarının normal olduğunu göstermektedir. Eğer bu değerlerin 0.05'ten küçük olması durumunda parametrik olmayan test yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir.

İkili regresyon analizi

İkili regresyon analizi bağımsız değişken hakkında sahip olunan bilgiler ile bağımlı değişkenin tahmin edilmesini sağlayan bir analizdir. Her bir veri için ayrı ayrı inceleme yapılmıştır.

Bağımlı değişken tüketilen enerji ile bağımsız değişken taşlık değeri arasındaki model özeti ve varyans analizi Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Arazi taşlık değeri ile tüketilen enerji arasındaki ilişki

Table 4. The relation between the stony value of the land and the energy consumed

Model Özeti Model Summary					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ² Adjusted R ²	Tahminin standart hatası Std. Error of the estimate	
1	0.284 ^a	0.80	0.48	0.8164	
^a . Belirleyiciler: (Sabit), Taşlık değeri ^a . Predictors: (Constant), Stony value					
Varyans Analizi (Anova ^a) Analysis of Variance (Anova ^a)					
Model	Kareler toplamı Sum of squares	Serbestlik derecesi Degree of freedom	Ortalama kare Mean square	F	p
Regresyon Regression	1.632	1	1.632	2.449	0.129 ^b
^a . Bağımlı değişken: Tüketilen enerji değeri ^a . Dependent variable: Energy consumed value			^b . Belirleyici (Sabit): Taşlık ^b . Predictors: (Constant): Stony		

Çizelge 4'de arazi taşlık değeri ile tüketilen enerji arasındaki analiz sonuçları verilmiştir. Bağımsız değişken olan taşlık değerinin tek başına, bağımlı değişken olan tüketilen enerji değişkenini %8 oranında açıkladığı görülmektedir. Diğer bir ifade ile tüketilen enerji miktarı %8 oranında arazinin taşlık değerine bağlıdır. p değeri (sig)=0.129 >0.05 hesaplandığı için H₀ (İstatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur) hipotezi kabul

edilmiştir. ANOVA tablosunun anlamlılık sütunundaki değer, söz konusu değişkenler arasındaki ilişkinin 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Tek başına taşlık değeri tüketilen enerji miktarını açıklayamamaktadır.

Bağımlı değişken tüketilen enerji ile bağımsız değişken eğim arasındaki model özeti ve varyans analizi Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Arazi eğimi ile tüketilen enerji ilişkisi

Table 5. Relation of energy consumed with land slope

Model Özeti Model Summary					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ² Adjusted R ²	Tahminin standart hatası Std. Error of the estimate	
1	0.690 ^a	0.477	0.458	0.6158	
^a .Belirleyiciler: (Sabit), Eğim ^a . Predictors: (Constant), Slope					
Varyans Analizi (Anova ^a) Analysis of Variance (Anova ^a)					
Model	Kareler toplamı Sum of squares	Serbestlik derecesi Degree of freedom	Ortalama kare Mean square	F	p
Regresyon Regression	9.676	1	9.676	25.516	0.000 ^b
^a . Bağımlı değişken: Tüketilen enerji ^a . Dependent variable: Energy consumed			^b . Belirleyici (Sabit): Eğim ^b . Predictors: (Constant): Slope		

Çizelge 5'de arazinin eğimi, tüketilen enerji değişkenini tek başına %47 oranında açıklamaktadır. Yani tüketilen enerji miktarının arazinin eğimine yüksek oranda bağımlı olduğunu göstermektedir. Arazi eğiminin tek başına tüketilen enerji üzerindeki etkisinin yüksek olması, arazi eğiminin üzerinde durulması gereken birincil konulardan birisi olduğu belirlenmiştir. (Sig)

p<0.05 olduğu için ilişki rastlantısal değildir, istatistiksel olarak anlamlıdır. Eğimin tüketilen enerji ile olan ilişkisi için yapılacak yorumlar anlamlıdır.

Bağımlı değişken tüketilen enerji ile bağımsız değişken kum arasındaki model özeti ve varyans analizi Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Toprak yapısındaki kum değeri ile tüketilen enerji ilişkisi
Table 6. Relation of energy consumed with sand value in soil structure

Model Özeti Model Summary					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ² Adjusted R ²	Tahminin standart hatası Std. Error of the estimate	
1	0.346 ^a	0.120	0.088	0.7988	
^a . Belirleyiciler: (Sabit), Kum ^a . Predictors: (Constant), Sandy					
Varyans Analizi (Anova ^a) Analysis of Variance (Anova ^a)					
Model	Kareler toplamı Sum of squares	Serbestlik derecesi Degree of freedom	Ortalama kare Mean square	F	p
Regresyon Regression	2.430	1	2.430	3.808	0.061 ^b
^a . Bağımlı değişken: Tüketilen enerji ^a . Dependent variable: Energy consumed			^b . Belirleyici (Sabit): Kum ^b . Predictors: (Constant): Sandy		

Çizelge 6'da toprak yapısındaki kum değeri ile tüketilen enerji bağıntısına bakıldığında tek başına kum değeri tüketilen enerjideki değişimleri %12 oranında açıklamaktadır. Anova testine bakıldığında, $p > 0.05$ olduğu için ilişki rastlantısaldır denilebilir. Tek başına kum değeri

ile tüketilen enerjiyi açıklamak doğru olmayacaktır.

Bağımlı değişken tüketilen enerji ile bağımsız değişken silt arasındaki model özeti ve varyans analizi Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Toprak yapısındaki silt değeri ile tüketilen enerji ilişkisi
Table 7. Relation of energy consumed with silt value in soil structure

Model Özeti Model Summary					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ² Adjusted R ²	Tahminin standart hatası Std. Error of the estimate	
1	0.126 ^a	0.16	-0.019	0.8445	
^a . Belirleyiciler: (Sabit), Silt ^a . Predictors: (Constant), Silt					
Varyans Analizi (Anova ^a) Analysis of Variance (Anova ^a)					
Model	Kareler toplamı Sum of squares	Serbestlik derecesi Degree of freedom	Ortalama kare Mean square	F	p
Regresyon Regression	0.323	1	0.323	0.454	0.506 ^b
^a . Bağımlı değişken: Tüketilen enerji ^a . Dependent variable: Energy consumed			^b . Belirleyici (Sabit): Silt ^b . Predictors: (Constant): Silt		

Çizelge 7'de toprak yapısındaki silt değeri ile tüketilen enerji bağıntısına bakıldığında silt değeri tek başına tüketilen enerjiyi %1 oranında açıklamaktadır. Varyans analizinde $p > 0.05$ olduğu için ilişki rastlantısaldır denilebilir. Tek başına silt

değeri ile tüketilen enerjiyi açıklamak doğru olmayacaktır.

Bağımlı değişken tüketilen enerji ile bağımsız değişken kil arasındaki model özeti ve varyans analizi Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Toprak yapısındaki kil değeri ile tüketilen enerji ilişkisi

Table 8. Relation of energy consumed with clay value in soil structure

Model Özeti Model Summary					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ² Adjusted R ²	Tahminin standart hatası Std. Error of the estimate	
1	0.322 ^a	0.104	0.072	0.8061	
^a .Belirleyiciler: (Sabit), Kil ^a .Predictors: (Constant), Clay					
Varyans Analizi (Anova ^a) Analysis of Variance (Anovaa)					
Model	Kareler toplamı Sum of squares	Serbestlik derecesi Degree of freedom	Ortalama kare Mean square	F	p
Regresyon Regression	2.102	1	2.102	3.236	0.083 ^b
^a . Bağımlı değişken: Tüketilen enerji ^a . Dependent variable: Energy consumed			^b . Belirleyici (Sabit): Kil ^b . Predictors: (Constant): Clay		

Çizelge 8'deki toprak yapısındaki kil değeri ile tüketilen enerji bağıntısına bakıldığında kil değeri tek başına tüketilen enerjiyi %10 oranında açıklamaktadır. Kayhan ve ark, (2013) yaptıkları çalışmada, topraktaki kil düzeyinin artışının toprakta sıkışmaya etki ettiğini ve sıkışmanın da

hacim ağırlığını artırırken poroziteyi azalttığını belirtmişlerdir. Çizelge 8'teki anova testine bakıldığında $p > 0.05$ olduğu için ilişki rastlantısalıdır. Tek başına kil değeri ile tüketilen enerjiyi açıklamak doğru olmayacaktır.

Çizelge 9. Çoklu regresyon analizi sonuçları

Table 9. Multiple regression analysis results

Model Özeti Model Summary						
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ² Adjusted R ²	Tahminin standart hatası Std. Error of the estimate		
1	0.704 ^a	0.495	0.415	0.6401		
^a . Belirleyiciler: (Sabit), Kil, Eğim, Taşlık değeri, Kum ^a . Predictors: (Constant): Clay, Slope, Stony value, Sandy						
Varyans Analizi (Anova ^a) Analysis of Variance (Anova ^a)						
Model	Kareler toplamı Sum of squares	Serbestlik derecesi Degree of freedom	Ortalama kare Mean square	F	p	
Regresyon Regression	10.053	4	2.513	6.134	0.001 ^b	
^a . Bağımlı değişken: Tüketilen enerji ^a . Dependent variable: Energy consumed			^b . Belirleyici (Sabit): Kil, Eğim, Taşlık değeri, Kum ^b . Predictors: (Constant): Clay, Slope, Stony value, Sandy			
Katsayılar Coefficients						
Model	Standardize olmayan katsayılar Unstandardized coefficients		Standardize katsayılar Standardized coefficients		t	P (sig.)
	B	Standart hata Standard error	Beta			
Sabit Constant	5.962	2.712	-		2.198	0.037
Taşlık değeri Stony value	-0.005	0.012	-0.086		-0.392	0.698
Eğim Slope	0.039	0.009	0.711		4.288	0.000
Kum Sandy	-0.014	0.041	-0.133		-0.353	0.727
Kil Clay	-0.028	0.037	-0.231		-0.759	0.455

Çoklu regresyon analizi

Regresyon analizi, bir veya birden daha fazla bağımsız değişkenin, bağımlı bir değişkenle arasındaki ilişkiyi matematiksel bir denklem olarak ortaya koymak için kullanılmaktadır. Çoklu regresyonda tek bağımsız değişken yerine bağımsız değişkenlerinin tamamı ile olan ilişkiye bakılmaktadır. Modelin yani tezin ana konusu bu test ile açıklanmıştır. Modelin anlamlılık düzeyi de çoklu regresyon analizi ile belli olmuştur. Tüketilen enerji ile diğer veriler arasındaki çoklu regresyon analizi sonuçları Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9'daki modelde bağımsız değişkenlerin

(arazi taşlık değeri, arazi toprak yapısı ve arazi eğimi) bağımlı değişken durumundaki tüketilen enerji değişkenine ait varyansı % 49.5 oranında açıkladığı, diğer bir ifade ile tüketilen enerjinin % 70 oranında bu faktörlere bağlı olarak şekillendiği anlaşılmaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için çoklu regresyon anova testi ve çoklu regresyon katsayı tablosu beraber incelenmiştir.

Çizelge 9'daki ANOVA tablosunun anlamlılık sütunundaki değere bakılarak söz konusu değişkenler arasındaki ilişkinin $p < 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Çizelge 10. Korelasyon analizi sonuçları

Table 10. Correlation analysis results

Tüketilen enerji ile taşlık değeri arasındaki korelasyon analizi Correlation analysis between energy consumed and stony value			
		Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Taşlık değeri <i>Stony value</i>
Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Pearson korelasyonu <i>Pearson correlation</i>	1	0.284
	Sig. (2-tailed)	-	0.129
	N	30	30
Tüketilen enerji ile arazi eğimi arasındaki korelasyon analizi Correlation analysis between energy consumed and land slope			
		Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Arazi eğimi <i>Land slope</i>
Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Pearson korelasyonu <i>Pearson correlation</i>	1	0.690**
	Sig. (2-tailed)	-	0.000
	N	30	30
Tüketilen enerji ile kum miktarı arasındaki korelasyon analizi Correlation analysis between energy consumed and the amount of sand			
		Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Kum <i>Sand</i>
Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Pearson korelasyonu <i>Pearson correlation</i>	1	0.346
	Sig. (2-tailed)	-	0.061
	N	30	30
Tüketilen enerji ile kil miktarı arasındaki korelasyon analizi Correlation analysis between energy consumed and the amount of clay			
		Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Kil <i>Clay</i>
Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Pearson korelasyonu <i>Pearson correlation</i>	1	-0.322
	Sig. (2-tailed)	-	0.083
	N	30	30
Tüketilen enerji ile silt miktarı arasındaki korelasyon analizi Correlation analysis between energy consumed and the amount of silt			
		Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Silt
Tüketilen enerji <i>Energy consumed</i>	Pearson korelasyonu <i>Pearson correlation</i>	1	-0.126
	Sig. (2-tailed)	-	0.506
	N	30	30
** . Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir ** . Correlation is significant at the 0.01 level			

Çizelge 9'daki katsayılar tablosu incelendiğinde, tüketilen enerji miktarını en fazla eğimin etkilediği görülmektedir. Eğim arttıkça tüketilen enerji miktarı 0.04 katsayısı (%4 oranda) ile artmaktadır. Diğer değişkenlerde ise negatif bir katsayı olduğu, yani ters bir ilişki olduğu görülmektedir. Örnek olarak taşlık değerinin artması tüketilen enerjiyi azalttığı sonucu çıkmaktadır. Fakat sig.>0.05 olduğu için bu taşlık değeri ile ilgili yapılacak yorumlar anlamsız olmaktadır.

Korelasyon analizi

Korelasyon analizi ile iki farklı değişken arasındaki ilişkinin yönü ve şiddeti hakkında bilgi edinilmiştir. Korelasyon analizi tüketilen enerji ile diğer her bir veri için ayrı ayrı yapılmıştır. Tüketilen enerji ile taşlık değeri arasındaki korelasyon analizi sonuçları Çizelge 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 10'daki tüketilen enerji ile taşlık değeri arasındaki korelasyona bakıldığında, pozitif doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Neden sonuç ilişkisi olmamakla birlikte 0.284 katsayısı ile taşlık değeri arttıkça tüketilen enerjinin artacağı gözlemlenmiştir.

Çizelge 10'daki arazi eğimi ile tüketilen enerji miktarını korelasyon analizine göre incelendiğinde aralarında oldukça güçlü pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. 0.690 oranında eğim arttıkça tüketilen enerjide de artış görüleceği belirlenmiştir.

Çizelge 10'daki korelasyon analizine bakıldığında toprak yapısındaki kum miktarı ile tüketilen enerji miktarı arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. 0.346 katsayısı ile topraktaki kum miktarı arttıkça tüketilen enerjide de artış görüleceği belirlenmiştir.

Çizelge 10'daki topraktaki kil miktarı ile tüketilen enerji incelendiğinde aralarında negatif yönlü bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir. Verilere göre topraktaki kil miktarı arttıkça tüketilen enerji azalmaktadır. Özellikle toprak sıkışmasının yakıt tüketimini arttırdığı bilinmektedir. Demiralay ve ark, (1979) tarafından Erzurum Ovasından alınan 40 toprak örneği üzerindeki çalışmada

topraktaki kil, organik madde ve kireç miktarının sıkışabilirliği azalttığı, silt miktarının etki etmediğini ve kum miktarı arttıkça sıkışabilirliğinin arttığını tespit etmişlerdir. Geri kalan yüzdelik dilimin ise traktör gücü, traktör modeli, yakıt kalitesi vb. etmenlere ait olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 10'daki analize göre topraktaki silt miktarı ile tüketilen enerji arasında negatif yönlü güçlü olmayan bir ilişki bulunmaktadır.

Sonuçlar

Tarımda tüketilen yakıt enerjisine etki eden sebeplerin araştırıldığı çalışma sonuçlarına göre, tüketilen yakıtta etki eden en büyük etmenlerin sırasıyla arazi eğimi (%47), arazi taşlık değeri (%8) ve toprak yapısı (%12 kum, %10 kil, %1 silt) olduğu belirlenmiştir.

Yakıt sarfını düşürmek için, tüketilen yakıtta en fazla etki eden eğim şartlarını mümkün olduğunca azaltmak, tesviye yapılabilecek yerlerde tesviyenin yapılıp arazi eğimini azaltmak, taş toplama makinası ile toprak taşlık değeri azaltmak, toprak yapısı iyileştirmek için organik gübre takviyesi yapıp kum-kil oranı dengelemeye çalışmak önerilebilir. Bu önerilerin sonucu o yıl için etki etmese de 3 ile 5 yıl sonra sonucu olumlu olarak görülmesi mümkündür.

Tüketilen yakıtta etki eden diğer bir faktör traktör gücünün yüksek olmasıdır. Yüksek güç üreten traktör yerine, işin görülebileceği minimum güçte traktör kullanılması, daha tasarruflu traktörlerin tercih edilmesi, kaliteli yakıtın kullanılması gibi, yapılması o sene için mümkün olan ve sonucu görünen önlemlerin alınarak yakıtı daha verimli bir şekilde kullanmak mümkün olabilir.

Doğrudan anıza ekim makinası ile ekimin yapılması, organik tarım yapmak, iyi tarım yöntemleri gibi tarımsal uygulamalar ile üretim esnasında ekipman yoğunluğunu minimize ederek, yakıtı daha verimli kullanma seçenekleri dikkate alınabilir.

Kaynaklar

Afshar, R. K., Alipour, A., Hashemi, M., Jovini, M. A., & Pimentel, D. (2013). Energy inputs-yield relationship

- and sensitivity analysis of pistachio (*Pistacia vera* L.) production in Markazi Region of Iran. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(3), 661-669.
- Alipour, A., Veisi, H., Darijani, F., Mirbagheri, B., & Behbahani, A. G. (2012). Study and determination of energy consumption to produce conventional rice of the Guilan province. *Research in Agricultural Engineering (RAE)*, 58(3), 99-106.
- Altuntaş, E., Bulut, O. N., & Özgöz, E. (2019). Kuru tarımda farklı toprak işleme sistemleri ile buğday üretiminin enerji kullanım etkinliği analizi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1), 57-64
- Anonim, (2018). <http://cografya.sitesi.web.tr/egim-hesaplamalari.html>. Erişim: Mayıs 2018.
- Anonim,(2019).https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/7452/mod_resource/content/0/8.%20Hafta.pdf. Erişim: Eylül 2019.
- Baran, A., Bender, D., & Özkan, İ. (1996). Organik toprakla karıştırmanın killi tınlı bir toprağın bazı fiziksel özelliklerinde sıkışma ile oluşan değişimlere etkisi. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 2(1), 81-85
- Çelen, İ. H., Baran, M. F., Önler, E., & Bayhan, Y. (2017). Determination of energy balance of apple (*Malus domestica*) production in Turkey: A case study for Tekirdag province. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32(1), 40 – 45.
- Demiralay, İ., & Güresinli, Y. Z. (1979). Erzurum ovası topraklarının kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerine bir araştırma. *Atatürk Ün. Ziraat Fak. Dergisi*, 10(1-2), 77-93.
- ETKB, 2019. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Enerji-Verimlilik>. Erişim tarihi: 18.07.19.
- Golaszewski, J., Voort, M. V. D., M., Aurich, A. M., Baptista, F., Balafoutis, A., & Mikkola, H.J. (2014). Comparative analysis of energy efficiency in wheat production in different climate conditions of Europe. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 4: 632-640.
- Gözbüyük, Z., Demir, O., & Küçüközdemir, A. (2019). Some operating parameters, energy efficiency, carbon dioxide emission and economic analysis of triticale and wheat grown in high altitude semi-arid climate conditions. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 5(1), 42-53.
- Iqbal, T. (2007). Energy input and output for production of Boro rice in Bangladesh. *Electronic Journal of Environmnetal, Agricultural and Food Chemistry*, 7(3), 2717–2722.
- İEA. (2019). <https://www.iea.org/topics/energyefficiency/>. Erişim tarihi: 10.06.2019.
- Kayhan, I. E., Çebi, U., & Kayışoğlu, B. (2013). Reduced tillage soils containing different clay effect of bulk density and porosity. *Journal of Agricultural Machinery Science*, 9(1), 29–34.
- Kuhwald, M., Dörnhöfer, K., Oppelt, N., & Dutmann, R. (2008). Spatially explicit soil compaction risk assessment of arable soils at regional scale: The SaSCiA-Model, *Sustainability*, 10(5),1-29
- Okant, M. (2012). Şanlıurfa ilinin biyodizel üretim potansiyeli. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 16(4), 11-17.
- TÜİK. (2018). Bitkisel üretim istatistikleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. Erişim tarihi: 13.06.19.
- WEC. (2019). <https://www.worldenergy.org/publications/2019/world-energy-issues-monitor-2019-managing-the-grand-energy-transition>. Erişim tarihi: 11.09.2019.



Oltu Anzav Bağları Havzasında arazi kullanımı ve bazı fizyografik karakteristikler ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması

Investigation of the relationships between land use and some physiological characteristics and soil properties in Oltu Anzav Vineyards Basin

Adnan BİLGİLİ¹ , Turgay DİNDAROĞLU^{2*} , Metin DEMİR³ , Mehmet ÖNAL¹ 

¹Doğu Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 25050, Erzurum

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 46100, Kahramanmaraş

³Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 25050, Erzurum

To cite this article:

Bilgil, A., Dindaroğlu, T., Demir, M. & Önal, M. (2020). Oltu Anzav Bağları Havzasında arazi kullanımı ve bazı fizyografik karakteristikler ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 85-95.

DOI: 10.29050/harranziraat.576505

Address for Correspondence:

Turgay DİNDAROĞLU

e-mail:

turgaydindaroglu@ksu.edu.tr

Received Date:

12.06.2019

Accepted Date:

24.02.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Öz

Doğal ekosistemler yanlış ve plansız arazi kullanımları, hızlı nüfus artışının neden olduğu çok yönlü baskıların yanında fizyografik etmenlerin de dolaylı olarak etkisi altındadırlar. Bu çalışmada, Erzurum ili Oltu İlçesi Anzav Bağları havzasında toprak özelliklerindeki değişimin nedenlerinin belirlenmesi amacıyla, toprak özellikleri ile arazi kullanımı ve fizyografik karakteristikler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Araştırmada fizyografik karakteristikler Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile belirlenmiş ve bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile olan ilişkileri istatistik analizlerle irdelenmiştir. Havza 730-2890 m arasında değişen yükseltide, dik, çok dik ve sarp eğim gruplarına sahiptir. Havza toprakları "Kahverengi Orman Toprağı" büyük toprak grubu sınıfına girmektedir. Havzada toplanan 129 toprak örneği ile yapılan temel toprak analiz sonuçlarına göre; havzanın ortalama organik madde içeriği %0.05-6.04, kum kapsamı %14.47-91.67, kil kapsamı %3.33-55.11, silt kapsamı %3.90-50.22, toprak reaksiyonu (pH) 5.71-8.84, elektriksel iletkenlik (EC) 0.04-1.98 mScm⁻¹, toplam kireç içeriği %0-63.13, fosfor 2.03-241.30 ppm, değişebilir potasyum 29.62-1261.50 ppm, magnezyum 0.20-21.00 meq lt⁻¹, sodyum 6.16-2019.00 ppm ve kalsiyum kapsamı 7.87-149.50 meq lt⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırma bulgularına göre arazi kullanımı organik madde (OM) içeriğini, tane büyüklük dağılımını (kum, silt, kil), ve bazı değişebilir katyonların (Na ve Ca) kapsamını önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Eğim grupları da toprağın kum, kil ve toplam kireç kapsamını önemli ölçüde etkilemiştir. Yükseklik gruplarında OM, kum, kil, silt, pH, toplam kireç, P, K, Na ve Mg kapsamalarında ve bakı gruplarında ise OM, toplam kireç miktarı ve değişebilir Na kapsamalarında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Yükseltinin artmasıyla beraber organik madde oranında önemli azalışlar toprağın diğer dinamiklerini de dolaylı olarak etkilemiştir. Sonuç olarak, fizyografik karakteristikler toprak özelliklerinin gelişimi üzerinde önemli rol oynamakta, bu durum sürdürülebilir ormancılık ve tarımsal faaliyetlerin devam ettirilebilmesi için toprak, orman ve mera amenajmanı planlanırken detaylı aktüel yetiştirme ortamı etütlerinin yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Toprak ekolojisi, Arazi kullanımı, Fizyografya, Orman, Tarım, Mera

ABSTRACT

Natural ecosystems are influenced by improper and unplanned land uses, multi-faceted pressures caused by rapid population growth and indirectly physiographic factors. This study was carried out in order to investigate the relationship between land use and some physiographic characteristics and soil properties in Oltu Anzav vineyards basin of Erzurum province. In the study, the physiographic characteristics were determined by Geographic Information Systems (GIS) technology and the relations with some physical and chemical soil properties were examined by statistical analysis. The average elevation of the basin ranged

from 730 to 2890 m and its area has extreme slope, steep slope and very steep slope groups according to the slope map. Basin lands belong to "Brown Forest Soil" class as great soil group. According to the results of analysis from 129 soil samples collected in the basin; Organic matter, sand, clay, silt, lime, EC and pH content were found as 0.05-6.04%, 14.47-91.67%, 3.33-55.11%, 3.90-50.22%, 0-63.13%, 0.04-1.98 mScm⁻¹ and 5.71-8.84, respectively. In addition, phosphorus, exchangeable potassium, magnesium, sodium and calcium concentration varied between 2.03-241.30 ppm, 29.62-1261.50 ppm, 0.20-21.00 meq lt⁻¹, 6.16-2019.00 ppm and 7.87-149.50 meq lt⁻¹, respectively. In the analysis; It has also been determined that land use has a significant effect on OM content. Particularly the sand, clay and total lime content was affected out of the slope groups of the soil. Significant differences were determined between altitude groups and OM, sand, clay, silt, pH, total lime, phosphorus (P), K⁺, Na²⁺, Mg²⁺ values and between aspect groups and OM, total amount of lime and changeable Na⁺ concentration. Significant decreases in the rate of organic matter due to the increase in the elevation also indirectly affected the other dynamics of the soil. As a result, the physiographic characteristics play an important role on soil properties. This situation, in order to maintain sustainable forestry and agricultural activities, requires a detailed actual site survey to be carried out while planning forest, cropland and grassland management.

Key Words: Soil Ecology, Land use, Physiography, Forest, Agriculture, Rangeland

Giriş

Çok uzun bir zamanda oluşan toprak, içinde ve üzerinde yaşayan tüm canlılar için çok önemli bir doğal kaynaktır. Bu kadar öneme sahip olan bu doğal kaynağın ekosistemin doğal şartları altındaki değişimlerinin yanında, insanlık tarafından hatalı kullanım sonucu verimlilikleri sürdürülebilir olarak yönetilememektedir.

Bir havzanın korunabilmesi için havzaya ait tüm karakteristik özelliklerin ve sorunların belirlenmesi ve gerekli önlemlerin bu belirlenen durumlara göre yapılması gerekir (Genç ve Dengiz, 2015). Uygun olmayan arazi yönetimi uygulamaları nedeniyle meydana gelen toprak bozulması, optimum arazi verimliliğinin temel bir bozulmasıdır. Toprak özelliklerinin mekansal değişkenliği, tarımsal verimlilik, gıda güvenliği ve çevre modellemesi için gerekli olmaktadır (Shit ve ark., 2016). Toprağın fizyografya ya bağlı değişkenliğinin çok sayıda ölçek üzerinden ölçülmesi ekolojik modelleme, çevresel tahmin, hassas tarım ve doğal kaynak yönetimi açısından önemlidir (Hangsheng ve ark., 2005).

Fizyografik koşullar toprak oluşum faktörlerini ve oluşum sürecini de etkilerken, toprak vejetasyon çeşitliliğini ve verimini etkilemektedir (Sarıyıldız ve Küçük, 2009). Bitki örtüsü ile topoğrafya değişkenleri arasında güçlü korelasyonlar bulunmaktadır (Pelletierve ark., 2013). Ayrıca yapılan birçok araştırmada toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin birbirleriyle yakın bir ilişki içinde olduğu belirlenmiştir (Çepel ve ark., 1977; Kantarcı, 1980;

Özkan, 1997). Toprağın fiziksel özelliklerinin değişkenliği ekolojik koşullara bağlıdır, bu nedenle sahaya özel uygulamalar tasarlamadan önce toprakların mekansal değişkenliğini ölçmek bir önkoşuldur (Iqbal ve ark., 2005).

Eğim ve bakının toprağın bazı özellikleri üzerine önemli etkileri vardır. Arazinin eğimi; toprak derinliği, erozyon, toprağın tekstür ve strüktürü, yüzeysel akışı, sıcaklık, yağış ve nem gibi bazı iklim faktörlerine etki yapmaktadır (Çepel, 1988). Bakı özellikle sıcaklık ve yağış rejimini etkilerken, bu değişimlere bağlı olarak bitki çeşitliliğine, dağılımına ve yoğunluğuna da etki yapmaktadır (Çepel, 1995). Eğim ve bakının, suyun ve toprak malzemesinin hareketini kontrol edebileceği ve toprak özelliklerinin mekansal farklılıklarına katkıda bulunabileceği belirtilmiştir (Tsui ve ark., 2004). Yapılan bir araştırmada eğim ve bakı değişiminin bazı toprak özelliklerini etkilediği, artan eğimin hemen hemen tüm toprak fizikokimyasal özelliklerini ve yüzey toprağındaki mevcut besinleri (0 - 25 cm) etkilediği saptanmıştır (Yossif ve Ebied, 2015).

Araştırma alanlarının değerlendirilmesi ve mekânsal dağılımında istatistik, jeostatistik ve CBS teknikleri kullanılarak elde edilen toprak risk haritaları, risk değerlendirmesinde değerli bilgiler sağlayacaktır (Wang ve ark., 2014). Coğrafi dağılımın anlaşılması ve büyük ölçekte toprak özelliklerinin haritalanması, toprak koruma ve çevresel modelleme için çok önemlidir (Shit ve ark., 2016). Toprak ile ilgili araştırma çalışmalarında toprak özelliklerinin değerleri ve diğer değişkenler arasındaki ilişki derecesinin

belirlenmesi gerekmektedir (Öztaş, 2012). Çiftçilik, çevresel izleme ve modelleme tahminleri için toprak özellikleri mekânsal dağılımının diğer faktörlerle olan ilişkilerinin anlaşılması gereklidir (Shit ve ark., 2016).

Birçok araştırmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisi ve istatistik kullanılarak toprak özelliklerinin arasındaki ilişkiler incelenmiştir (Liu ve ark., 2012; Turgut ve Öztaş, 2012; Foroughifar ve ark., 2013; Xia ve ark., 2017; Yakupoglu ve ark., 2018). Kaynak yönetimi için CBS analizinde kullanılan eğim ve en-boy haritalarının temel dijital veri kaynağı, yükseklik verilerini temsil eden Sayısal Yükseklik Modelidir (Ravibabu ve Jain, 2008).

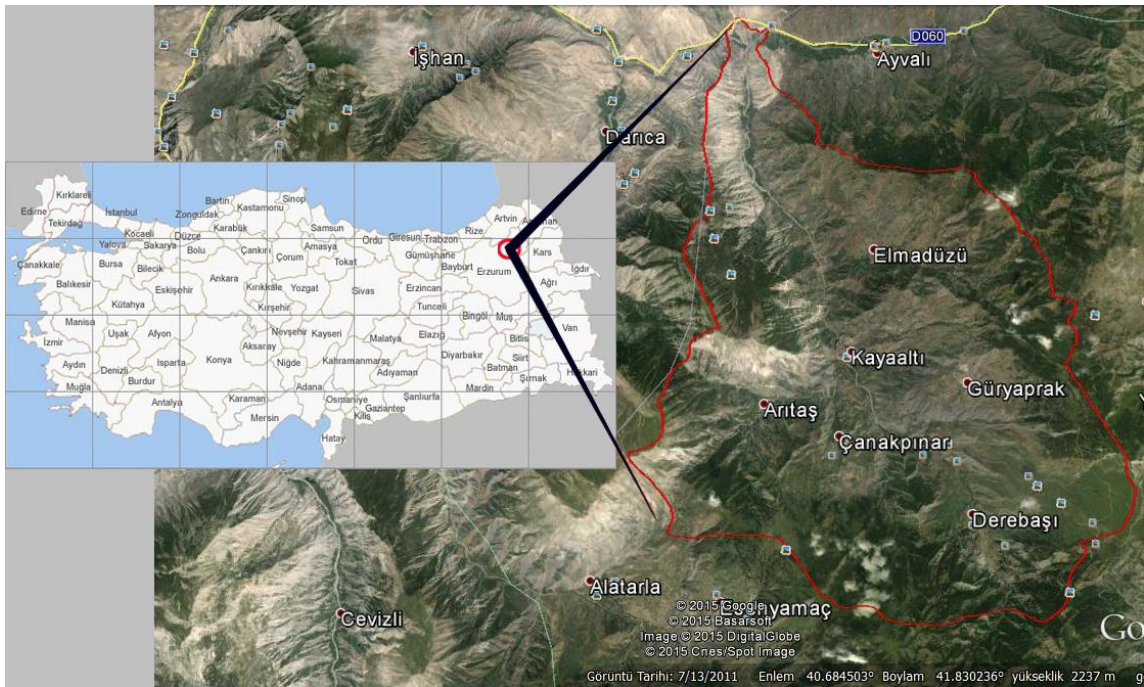
Bu araştırmada Erzurum Oltu Anzav Bağları Havzasında toprak verimliliğini yakından etkileyen fizyografik karakteristikler ve arazi kullanım

şekilleri ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler değerlendirilmiş ve toprak özelliklerindeki değişimin nedenlerinin anlaşılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı

Araştırma, Erzurum İli Oltu İlçesinde yaklaşık olarak 10017 ha alana sahip Anzav Bağları Havzasında yürütülmüştür (Şekil 1). Havza, Artvin ve Erzurum yolunun doğusunda yer almakta olup, havza sınırları içerisinde Derebaşı, Kayaaltı, Elmadüzü, Güryaprak, Yağlıca, Hakver, Arıtış, Çanakpınar köyleri bulunmaktadır. Araştırma alanı içerisinde yer alan dereler havza sonunda Oltu Çayı ile birleşmektedir. Araştırma alanı rakımı ortalama olarak 700 ile 2200 m arasında değişim göstermektedir.



Şekil 1. Araştırma alanı
Figure 1. Research area

İklim

Oltu ilçesinde en yüksek sıcaklık Temmuz (21.4 °C) ayında gerçekleşmektedir (Çizelge 1). Ocak ayı ise yılın en düşük sıcaklık (-4.6 °C) ortalamalarının

meydana geldiği zamandır. Yılın en kurak ve en yağışlı ayı arasındaki yağış miktarı: 41 mm, yıl boyunca ortalama sıcaklık 26 °C dolaylarında değişim göstermektedir (Anonim, 2019).

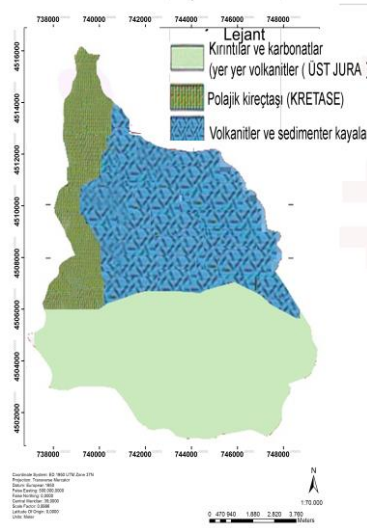
Çizelge 1. Yıllık ortalama iklim verileri
Table 1. Annual average climate data

	Ocak Jan.	Şubat Feb.	Mart Marc.	Nisan Apr.	Mayıs May.	Haziran June	Temmuz July	Ağustos August	Eylül Sept.	Ekim Oct.	Kasım Nov.	Aralık Dec.
Ort. Sıcaklık (°C)	-4.6	-2.5	2.6	9.1	13.5	17.1	21.4	21.1	17.2	11	4.4	-1.5
Min. Sıcaklık (°C)	-8.5	-6.8	-2.2	3.2	7.2	10.1	13.8	13.5	9.6	4.8	-0.3	-5.1
Max. Sıcaklık (°C)	-0.6	1.9	7.5	15.1	19.9	24.2	29.1	28.8	24.8	17.2	9.1	2.2
Yağış (mm)	22	24	27	48	63	56	36	26	23	41	36	24

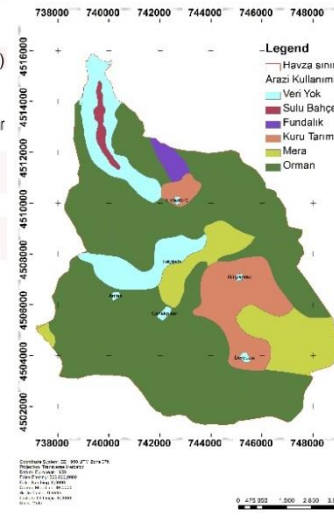
Çalışma alanının Jeolojisi, arazi kullanımı ve fizyografyası

Çalışma alanının büyük bir kısmını volkanitler, sedimenter kayalar ve karbonatlı kayalar oluşturmaktadır. MTA, (2019)'a göre diğer küçük bir kısmında ise Kretase dönemine ait kireçtaşları

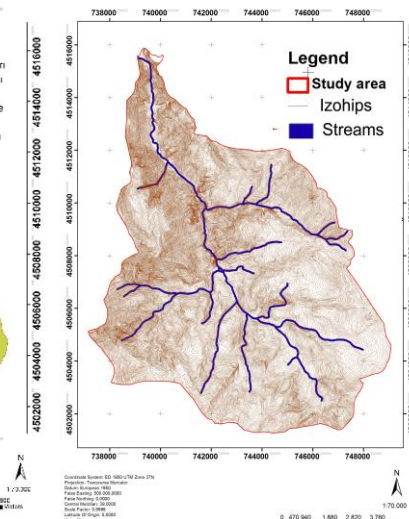
yayıllık göstermektedir (Şekil 2 ve Şekil5). Şekil 3'te görüldüğü gibi bölgede orman, mera, kuru tarım, fundalık ve sulu bahçe olarak kullanılan araziler mevcuttur (Anonim, 2000). Bölge çok engebeli bir topoğrafyaya sahiptir (Şekil 4 ve Şekil 7).



Şekil 2. Bölgenin jeoloji haritası
Figure 2. Geological map



Şekil 3. Arazi kullanım durumu
Figure 3. Land use status



Şekil 4. Topoğrafik haritası
Figure 4. Topographical map



Şekil 5. Karbonatlı kayalar
Figure 5. Carbonate rocks



Şekil 6. Tarım alanları
Figure 6. Agricultural lands



Şekil 7. Topoğrafik durum
Figure 7. Topographic status

Toprakların örneklenmesi

Havza topraklarından her arazi kullanım tipinden aynı fizyografik koşullar

bulunmadığından, her arazi kullanım tipinde bulunan fizyografik karakteristiklerden (eğim, baki yükseklik) temsili örnekler alınmıştır. Buna göre;

orman alanından 33, tarım alanlarından 48 ve mera alanlarından 48 olmak üzere, toplam 129 adet 0-20 cm derinlikten bozulmuş toprak örneği alınmıştır.

Araştırma alanı fizyografik karakteristiklerinin (yükseklik, eğim, bakı) belirlenmesi

Araştırma alanında yükseklik, eğim ve bakı grupları, Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) oluşturularak, ArcGIS programında "Tingrid" oluşturulup, programın üç boyutlu yüzey analiz özelliği kullanılarak yükseklik, eğim ve bakı haritaları oluşturulmuştur. Bu komut ile oluşturulan bakı, eğim yüzeyinin yönü olarak tanımlanmış, kuzeyden başlayarak saat yönünde (0-360) derece ile bölümlenerek yöneyler belirlenmiştir.

Bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi

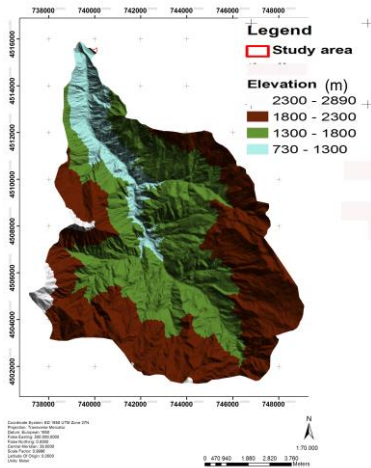
Araştırma alanından elde edilen toprak örnekleri üzerinde fiziksel ve kimyasal analizler yürütülmüştür. Toprak tekstürü Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Gee ve Hortage, 1986), toprak reaksiyonu 1:2,5'lük toprak-su süspansiyonunda potansiyometrik olarak "Cam Elektrotlu" pH metre ile (McLean, 1982), organik madde içeriği Smith- Weldon yöntemiyle (Nelson

ve Sommer, 1982), kireç içeriği Scheibler kalsimetresi ile (Nelson, 1982), elektriksel iletkenlik Rhoades (1983)'e göre, fosfor içeriği "Olsen" metodu (Sauchelli 1965) ile toprakların içermiş olduğu değişebilir katyonlar, amonyum asetat ile ekstrakte edildikten sonra, Na, K ve Mg konsantrasyonları ICP aleti kullanılarak (Thomas 1986) belirlenmiştir. Çalışmada incelenen toprak özellikleri ile fizyografik karakteristiklerinin değerlendirilmesinde SPSS paket programında varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma analizleri kullanılmıştır.

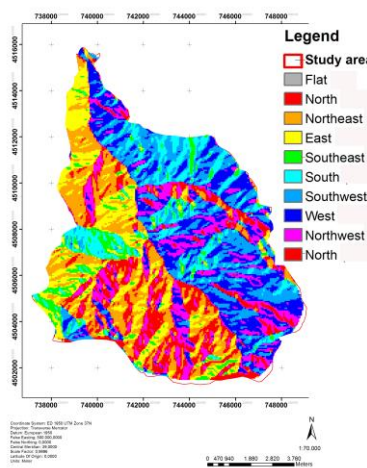
Araştırma Bulguları ve Tartışma

Araştırma alanı fizyografik karakteristiklerinin (yükseklik, eğim, bakı) tespiti

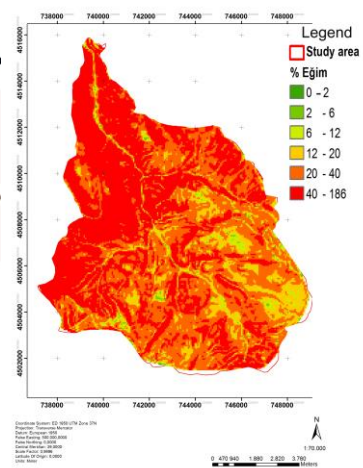
Araştırma alanı 730-2890 m arasında değişen yükseltilere sahiptir. Yükselti gruplarının değişimi Şekil 8'de gösterilmiştir. Araştırma alanında güney, güney batı, doğu ve kuzey doğu bakıları geniş yer kaplamaktadır (Şekil 9). Araştırma alanı eğim haritasına göre dik, çok dik ve sarp eğim gruplarına sahiptir (Şekil 10). Arazinin fizyografik özellikleri CBS kullanarak Sayısal Yükseklik Modeli oluşturularak hassas bir şekilde elde edilebilmektedir (Tomlin, 1987).



Şekil 8. Yükselti haritası
Figure 8. Elevation map



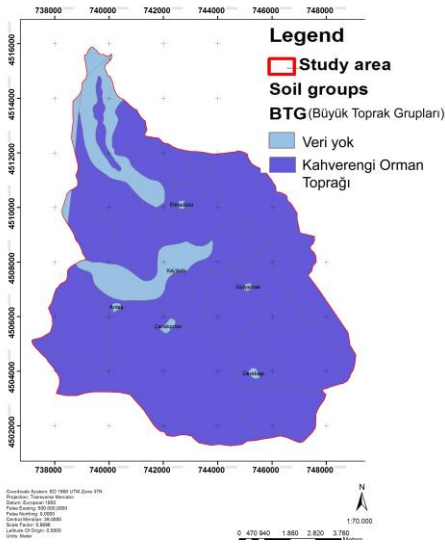
Şekil 9. Bakı haritası
Figure 9. Aspect map.



Şekil 10. Eğim haritası
Figure 10. Slope map

Araştırma alanı Anonim (2000) arazi varlığı haritalarına göre toprak sınıflandırma sistemi açısından değerlendirildiğinde büyük toprak grubu

olarak "Kahverengi Orman Toprağı" sınıfına girmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. Araştırma alanı büyük toprak grupları haritası (Anonim, 2000)

Figure 11. Great soil groups map of research area

Çizelge 2. Araştırma alanı topraklarının tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları
Table 2. Descriptive statistical analysis results of the research area

	Örnek Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama		Standart Sapma
				Standard Deviation		
				Mean	Std. Hata	
OM %	129	0.05	6.04	1.50	0.11	1.30
Kum %	129	14.47	91.67	45.59	1.62	18.39
Kil %	129	3.33	55.11	28.18	1.13	12.78
Silt %	129	3.90	50.22	26.23	0.72	8.23
pH	129	5.71	8.84	7.67	0.05	0.55
EC (mS cm ⁻¹)	129	0.04	1.98	0.19	0.02	0.23
Toplam Kireç %	129	0.00	63.13	13.56	1.36	15.42
P ₂ O ₅ (ppm)	129	2.03	241.30	54.04	5.06	57.53
K ⁺ (ppm)	129	29.62	1261.50	191.89	13.65	155.07
N ³⁺ (ppm)	129	6.16	2019.00	126.21	27.07	307.48
Ca ²⁺ (meq lt ⁻¹)	129	7.87	149.50	27.97	1.21	13.74
Mg ²⁺ (meq lt ⁻¹)	129	0.20	21.00	7.54	0.37	4.20

Parametrik testler yapmadan önce arazi kullanımı, eğim ve yükseklik değerlerine bağlı olarak normal dağılım gösterip göstermedikleri kontrol edilmiştir (Brayman ve Cramer, 2009). Bağımsız grup farklılıklarının karşılaştırılmasında Tek Yönlü Varyans Analizlerinden Duncan Testi uygulanmıştır. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadıkları Kolmogorov-Smirnov analiz yöntemi ile test edilmiştir. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi P<0.05 anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Yapılan istatistik analizlerine göre, toprakların organik madde içeriği (OM), tane büyüklük dağılımı (kum, silt, kil), ve bazı değişebilir

Oltu Anzav Bağları Havzasından alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine (OM, toprak tane dağılımı, pH, tuz oranı, toplam kireç, fosfor ve değişebilir katyonlar) bağlı elde edilen değerler için istatistiksel analizler yapılmıştır. Araştırma alanı tanımlayıcı genel istatistik analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre Anzav havzasının ortalama organik madde içeriği %1.5, kum oranı yüksek (%45), toprak reaksiyonu (pH) hafif alkali, tuzsuz, ortalama fosfor (P₂O₅) konsantrasyonu çok yüksek (54.04 ppm), değişebilir katyonlardan potasyum (K⁺) konsantrasyonu orta seviyede (191.89 ppm), magnezyum (7.54 ppm) ve kalsiyum (27.97 ppm) konsantrasyonları düşük seviyededir (Çizelge 2).

katyonların (Na ve Ca) değerleri ile AKS (arazi kullanım sınıfı) arasında P<0.05 düzeyinde farklılık anlamlı iken, pH, tuz içeriği, toplam kireç içeriği, fosfor (P) ve bazı değişebilir katyon (K ve Mg) değerlerindeki farklılık anlamlı bulunmamıştır. Arazi kullanımı organik madde içeriği (OM), tane büyüklük dağılımı (kum, silt, kil), ve bazı değişebilir katyonların (Na⁺ ve Ca²⁺) konsantrasyonlarını önemli ölçüde değiştirmiştir. En yüksek organik madde orman alanlarında (%1.82) en düşük ise bozuk mera alanlarında (%0.98) bulunmuştur. Araştırma topraklarında organik madde yetersizdir. Na⁺ içeriği en yüksek bozuk mera alanlarında (225.68 ppm) tespit

edilmiştir. Ca^{2+} konsantrasyonu en düşük orman alanında ($25.95 \text{ meq lt}^{-1}$) ve en yüksek ise bozuk mera alanlarında ($29.66 \text{ meq lt}^{-1}$) bulunmuştur (Çizelge 3). Arazi kullanımı dolaylı olarak organik

madde içeriğine yani karbon kaynaklarına etki etmektedir. Organik maddeyi oluşturan kaynaklar orman ekosistemlerinde daha fazladır ve ayrışma döngüsü stabildir (Çepel, 1995).

Çizelge 3. Arazi Kullanım sınıfı ve bazı toprak özellikleri arasındaki istatistik analizleri
Table 3. Statistical analysis between land use class and some soil characteristics

Toprak Özellikleri Soil Characteristics	Arazi Kullanım Sınıfı Land Use Classification			Gruplar arası Between-Groups Variance P(sig.)
	Orman Forest $\bar{x} \pm S_x$	Ziraat Agriculture $\bar{x} \pm S_x$	Bozuk mera Degraded Rangeland $\bar{x} \pm S_x$	
OM %	1.82 ^a ±1.31	1.60 ^a ±1.50	0.98 ^b ±0.86	0.008*
Kum %	42.68 ^b ±17.09	42.26 ^b ±17.04	52.48 ^a ±19.73	0.016*
Kil %	30.43 ^a ±11.74	29.83 ^a ±12.61	23.79 ^b ±13.34	0.031*
Silt %	26.87 ^{ab} ±7.48	27.90 ^a ±7.41	23.72 ^b ±9.41	0.049*
pH	7.54 ^b ±0.51	7.67 ^{ab} ±0.43	7.80 ^a ±0.65	0.099 ^{ös}
EC (mS cm ⁻¹)	0.18 ^a ±0.16	0.19 ^a ±0.29	0.21 ^a ±0.22	0.828 ^{ös}
Toplam Kireç %	14.23 ^a ±14.33	13.84 ^a ±14.73	12.45 ^a ±17.54	0.859 ^{ös}
P ₂ O ₅ (ppm)	53.13 ^a ±51.06	57.97 ^a ±63.41	51.08 ^a ±59.73	0.859 ^{ös}
K ⁺ (ppm)	183.90 ^a ±133.75	217.58 ^a ±202.26	175.12 ^a ±119.76	0.426 ^{ös}
N ^{a+} (ppm)	75.13 ^b ±180.34	88.95 ^b ±281.13	225.68 ^a ±418.60	0.046*
Ca ²⁺ (meq lt ⁻¹)	25.95 ^a ±8.18	28.65 ^a ±20.49	29.66 ^a ±9.99	0.422*
Mg ²⁺ (meq lt ⁻¹)	6.94 ^a ±4.31	7.56 ^a ±4.27	8.22 ^a ±3.96	0.361 ^{ös}

*: p<0.05, ös: p>0.05 önemsiz (non-sig.); a, b ve c: aynı harfle gösterilenler ortalamalar arasındaki fark anlamlı değil, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır, $\bar{x} \pm S_x$ ortalama ve standart sapma.

Çalışma alanındaki eğim grupları ve toprakların özellikleri arasında yapılan istatistik analizlerine göre, toprakların kum oranı, kil oranı ve toplam kireç içeriği ve potasyum katyon değerleri ile eğim grupları arasında P<0.05 düzeyinde farklılık anlamlı iken, silt oranı, pH, EC, fosfor içeriği ve bazı değişebilir katyon (Na⁺, Ca²⁺ ve Mg²⁺) değerlerindeki farklılık anlamlı bulunmamıştır. Araştırma havzasında eğim grupları özellikle, tane büyüklük dağılımı (kum ve kil), toplam kireç içeriği ve potasyum konsantrasyonlarını önemli ölçüde değiştirmiştir. Kum oranı %15-30 eğim grubunda en yüksek ve %5-15 eğim grubunda en düşük bulunmuştur. Bu eğimin en düşük olduğu %0-5 eğim grubuna ise yüksek oranda bir kum birikmesi tespit edilmiştir. En yüksek kireç birikimi %0-5 eğim grubunda (%27.87) tespit edilmiştir. Bu durum yıkanma birikiminin sonucudur. Değişebilir potasyum miktarı ise %5-15 eğim grubunda en yüksektir. Potasyumu değişebilir formda tutulması kil miktarına bağlı olduğundan (Kantarci, 1980) en yüksek kil miktarı da aynı eğim grubunda yer

almaktadır (Çizelge 4). Potasyum miktarının yağışlarla yıkanma özelliği de bulunmaktadır. Bu özellik asit reaksiyonlu topraklarda daha fazla görülmektedir (Kantarci, 1980). Benzer vejetasyon örtüsü altında eğim arttıkça organik madde içeriğinde azalma eğilimi meydana gelmektedir (Dindaroğlu ve Canbolat, 2017). Bu organik maddenin ayrışma ve taşınma süreçleri ile yakından bağlantılıdır.

Yapılan istatistik analizlerine göre, yükseklik grupları ile %OM, % kum, % kil, % silt, pH, toplam kireç, fosfor (P), K⁺, Na²⁺ ve Mg²⁺ değerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Yükseltinin artmasıyla beraber OM oranında önemli azalışlar meydana gelmiştir. Kil içeriği en yüksek 700-1000 m rakımda yer almıştır. Toplam kireç içeriği en yüksek 1300-1600 m yükselti grubundadır. Bu grupta pH değeri 7.64 olarak belirlenmiştir. En yüksek alınabilir K⁺ ve Na²⁺ içeriği 1300-1600 m yükseltidedir. Mg²⁺ içeriği en yüksek 1600-1900 m rakımlar arasında yer almıştır (Çizelge 5).

Çizelge 4. Eğim grupları ve bazı toprak özellikleri arasındaki istatistik analizleri
Table 4. Statistical analysis between slope groups and some soil characteristics

Toprak Özellikleri Soil Characteristics	Eğim Grupları Slope Groups				Gruplar arası Between-Groups Variance P(sig.)
	%0-5 $\bar{x} \pm S_x$	%5-15 $\bar{x} \pm S_x$	%15-30 $\bar{x} \pm S_x$	%30+ $\bar{x} \pm S_x$	
OM %	2.29 ^a ±1,65	1.67 ^{ab} ±1,56	1.27 ^b ±1,16	1.55 ^{ab} ±1,25	0,23 ^{ös}
Kum %	48.22 ^a ±15,30	36.54 ^a ±11,85	49.85 ^a ±18,45	44.92 ^a ±20,15	0,03*
Kil %	24.02 ^a ±9,57	33.89 ^a ±11,17	24.94 ^a ±12,40	29.58 ^a ±13,40	0,02*
Silt %	27.65 ^a ±5,99	29.55 ^a ±6,58	25.20 ^a ±8,59	25.48 ^a ±8,57	0,15 ^{ös}
pH	7.74 ^a ±0,19	7.50 ^a ±0,54	7.72 ^a ±0,56	7.67 ^a ±0,57	0,42 ^{ös}
EC (mS cm ⁻¹)	0.14 ^a ±0,04	0.17 ^a ±0,10	0.18 ^a ±0,27	0.21 ^a ±0,25	0,82 ^{ös}
Toplam Kireç %	27.87 ^a ±15,91	14.31 ^b ±15,75	13.76 ^b ±16,46	10.99 ^b ±13,10	0,04*
P ₂ O ₅ (ppm)	48.58 ^a ±61,97	68.45 ^a ±68,61	51.32 ^a ±51,83	50.33 ^a ±57,91	0,61 ^{ös}
K ⁺ (ppm)	252.61 ^a ±122,53	266.48 ^a ±254,36	152.62 ^a ±97,64	191.12 ^a ±132,34	0,02*
N ³⁺ (ppm)	122.75 ^a ±8,72	131.68 ^a ±372,24	147.45 ^a ±365,6	111.58 ^a ±198,37	0,79 ^{ös}
Ca ²⁺ (meq lt ⁻¹)	20.76 ^a ±6,74	27.38 ^a ±6,09	29.63 ^a ±19,43	27.22 ^a ±7,67	0,46 ^{ös}
Mg ²⁺ (meq lt ⁻¹)	6.31 ^a ±2,70	6.82 ^a ±4,35	7.96 ^a ±4,71	7.57 ^a ±3,62	0,63 ^{ös}

*: p<0.05, ös: p>0.05 önemsiz (non-sig.); a, b ve c: aynı harfle gösterilenler ortalamalar arasındaki fark anlamlı değil, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır, $\bar{x} \pm S_x$ ortalama ve standart sapma.

Çizelge 5. Yükseklik grupları ve bazı toprak özellikleri arasındaki istatistik analizleri
Table 5. Statistical analysis between elevation groups and some soil characteristics

Toprak Özellikleri Soil Characteristics	Yükselti Grupları Elevation Groups					Gruplar arası Between-Groups Variance P(sig.)
	700-1000m $\bar{x} \pm S_x$	1000-1300m $\bar{x} \pm S_x$	1300-1600m $\bar{x} \pm S_x$	1600-1900m $\bar{x} \pm S_x$	1900m+ $\bar{x} \pm S_x$	
OM %	2.39 ^a ±1,52	1.06 ^b ±0,85	1.56 ^b ±1,35	1.00 ^b ±0,71	0.88 ^b ±0,93	0.000*
Kum %	36.39 ^c ±15,60	60.03 ^a ±17,87	39.56 ^c ±11,97	50.74 ^b ±18,18	45.26 ^{bc} ±18,22	0.000*
Kil %	34.59 ^a ±10,00	18.05 ^c ±11,12	30.82 ^{ab} ±10,06	25.00 ^b ±12,59	29.76 ^{bc} ±14,41	0.000*
Silt %	29.00 ^{ab} ±7,18	21.90 ^c ±7,71	29.60 ^a ±8,95	24.24 ^c ±8,25	24.96 ^{bc} ±6,96	0,001*
pH	7.74 ^{ab} ±0,28	7.96 ^b ±0,41	7.64 ^{bc} ±0,46	7.52 ^{bc} ±0,76	7.35 ^c ±0,67	0,002*
EC (mS cm ⁻¹)	0.21 ^{ab} ±0,16	0.26 ^a ±0,42	0.21 ^{bc} ±0,19	0.13 ^{bc} ±0,11	0.11 ^c ±0,03	0,120 ^{ös}
Toplam Kireç %	9.78 ^b ±7,75	18.83 ^{ab} ±17,71	22.99 ^a ±21,67	12.55 ^b ±15,76	8.05 ^b ±8,44	0,005*
P ₂ O ₅ (ppm)	66.22 ^a ±64,19	22.32 ^b ±21,94	70.06 ^a ±69,23	63.91 ^a ±61,51	40.84 ^b ±38,96	0,010*
K ⁺ (ppm)	230.81 ^a ±147,91	132.19 ^b ±90,75	298.97 ^a ±238,78	145.32 ^b ±89,86	127.22 ^b ±75,48	0.000*
N ³⁺ (ppm)	74.66 ^{ab} ±163,88	229.74 ^a ±408,35	137.04 ^{ab} ±311,48	171.31 ^{ab} ±436,16	25.25 ^b ±12,44	0,160 ^{ös}
Ca ²⁺ (meq lt ⁻¹)	23.15 ^c ±5,93	34.53 ^a ±26,15	24.54 ^{bc} ±6,35	32.05 ^{ab} ±10,65	27.68 ^{abc} ±4,48	0,006*
Mg ²⁺ (meq lt ⁻¹)	7.20 ^a ±3,46	7.67 ^a ±3,80	7.99 ^a ±3,32	8.37 ^a ±5,68	6.48 ^a ±4,84	0,607 ^{ös}

*: p<0.05, ös: p>0.05 önemsiz (non-sig.); a, b ve c: aynı harfle gösterilenler ortalamalar arasındaki fark anlamlı değil, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır, $\bar{x} \pm S_x$ ortalama ve standart sapma.

Yapılan istatistik analizlerine göre, araştırma alanında bakı grupları ile OM içeriği, toplam kireç miktarı ve değişebilir Na⁺ konsantrasyonu bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek OM içeriği bakı olmayan düz alanlarda (%3.5), en düşük olarak güney bakıda (%0.89) tespit edilmiştir. Toplam kireç içeriği en düşük düz alanlarda (%1.09) ve en yüksek kuzey bakılarda

%24.23 olarak belirlenmiştir. Değişebilir Na konsantrasyonu en düşük düz alanlarda (24.75 ppm) ve en yüksek ise güney bakılı alanlarda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Bakı farklılıklarının neden olabileceği ayrışma, birikme ve taşınma olayları organik madde içeriğini yakından etkilemektedir (Çepel, 1996; Dindaroğlu ve Canbolat, 2017).

Çizelge 6. Bakı grupları ve bazı toprak özellikleri arasındaki istatistik analizleri
Table 6. Statistical analysis between aspect groups and some soil characteristics

Toprak Özellikleri Soil Char.	Bakı Grupları Aspect Groups										Gruplar arası Between- Groups Variance P(sig.)
	Düz Flat $\bar{x} \pm S_x$	KD NE $\bar{x} \pm S_x$	D E $\bar{x} \pm S_x$	GD SE $\bar{x} \pm S_x$	G S $\bar{x} \pm S_x$	GB SW $\bar{x} \pm S_x$	B W $\bar{x} \pm S_x$	KB NW $\bar{x} \pm S_x$	K N $\bar{x} \pm S_x$		
OM %	3.5 ^a ±1,41	1.57 ^a ±1,46	1.79 ^{ab} ±1,47	2.50 ^{ab} ±0,72	0.86 ^{bc} ±1,12	0.61 ^c ±0,70	1.24 ^{bc} ±1,21	1.18 ^{bc} ±0,82	1.87 ^{abc} ±1,48	0,04*	
Kum %	23.19 ^a ±5,93	49.59 ^a ±23,64	45.08 ^a ±19,26	24.26 ^a ±16,67	50.02 ^a ±24,61	43.71 ^a ±0,96	45.09 ^a ±18,31	44.47 ^a ±14,90	48.31 ^a ±15,23	0,55	
Kil %	42.57 ^a ±3,27	25.82 ^a ±14,59	27.40 ^a ±13,13	44.49 ^a ±15,01	28.59 ^a ±17,09	28.11 ^a ±3,34	28.80 ^a ±13,83	28.94 ^{bc} ±10,35	25.76 ^a ±11,14	0,52	
Silt %	34.24 ^a ±2,67	24.57 ^{ab} ±10,37	27.50 ^{ab} ±8,34	29.24 ^{ab} ±1,66	21.37 ^b ±9,99	28.18 ^{ab} ±2,38	26.10 ^{ab} ±7,92	26.58 ^{ab} ±8,37	25.92 ^{ab} ±6,08	0,64	
pH	7.64 ^a ±0,25	7.90 ^a ±0,22	7.75 ^a ±0,39	7.70 ^a ±0,10	7.60 ^a ±0,73	7.70 ^a ±0,34	7.70 ^a ±0,53	7.47 ^a ±0,68	7.57 ^a ±0,72	0,46	
EC (mS cm ⁻¹)	0.249 ^a ±0,01	0.20 ^a ±0,26	0.25 ^a ±0,37	0.20 ^a ±0,09	0.13 ^a ±0,05	0.35 ^a ±0,35	0.20 ^a ±0,24	0.15 ^a ±0,10	0.14 ^a ±0,06	0,72	
Toplam Kireç %	1.09 ^b ±1,54	9.6 ^{ab} ±9,28	10.21 ^{ab} ±10,03	15.76 ^{ab} ±1,93	12.07 ^{ab} ±16,76	18.139 ^{ab} ±12,35	16.73 ^{ab} ±17,72	10.40 ^{ab} ±14,58	24.23 ^a ±21,30	0,04*	
P ₂ O ₅ (ppm)	70.84 ^{ab} ±90,87	37.61 ^{ab} ±50,85	48.76 ^{ab} ±54,17	122.82 ^a ±151,57	57.51 ^{ab} ±43,45	15.02 ^b ±6,77	53.76 ^{ab} ±58,77	52.68 ^{ab} ±49,47	74.48 ^{ab} ±71,51	0,47	
K ⁺ (ppm)	335.95 ^a ±223,09	175.16 ^{ab} ±98,77	171.64 ^{ab} ±138,07	153.71 ^{ab} ±67,18	176.30 ^{ab} ±148,27	97.01 ^b ±61,59	195.86 ^{ab} ±136,32	171.00 ^{ab} ±102,03	273.94 ^{ab} ±281,18	0,38	
N ^{a+} (ppm)	24.75 ^b ±0,21	146.88 ^b ±255,26	100.69 ^b ±344,73	59.25 ^b ±4,03	574.62 ^a ±829,25	16.80 ^b ±5,23	64.19 ^b ±102,70	141.30 ^b ±246,79	78.82 ^b ±168,65	0,04*	
Ca ²⁺ (meq lt ⁻¹)	27.44 ^a ±4,72	27.64 ^a ±9,16	27.23 ^a ±25,49	26.36 ^a ±0,28	30.88 ^a ±5,81	23.52 ^a ±5,02	29.00 ^a ±10,11	28.70 ^a ±8,39	26.15 ^a ±7,47	1,00	
Mg ²⁺ (meq lt ⁻¹)	7.93 ^a ±0,50	8.12 ^a ±3,15	6.38 ^a ±3,55	11.45 ^a ±0,35	8.93 ^a ±4,37	6.63 ^a ±8,72	7.109 ^a ±4,23	6.90 ^a ±4,60	9.55 ^a ±4,78	0,28	

*: p<0.05, ös: p>0.05 önemsiz (non-sig.); a, b ve c: aynı harfle gösterilenler ortalamalar arasındaki fark anlamlı değil, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark anlamlıdır, $\bar{x} \pm S_x$ ortalama ve standart sapma, KD: Kuzey Doğu, D: Doğu, GD: Güney Doğu, G: Güney, GB: Güney Batı, B: Batı, KB: Kuzey Batı, B: Batı (NE: Northeast, E: East, SE: Southeast, S: South, SW: Southwest, W: West, NW: Northwest, W: West)

Sonuçlar

Fizyografik karakteristikler toprağın temel oluşum faktörlerinden birisi olması nedeniyle yetişme ortamı koşullarını önemli derecede etkilemektedir. Fizyografya temelli araştırma ya da etüt faaliyetleri yetişme ortamının diğer bileşenleriyle beraber (flora ve fauna) değerlendirildiğinde ekolojik ilişkiler daha fazla anlam kazanmaktadır. Toprağın açık yapısı ve dinamikliği, özelliklerini değiştirerek gelişimine katkı sunmaktadır. Yükselti, eğim ve bakı gibi fizyografik özellikler toprak oluşumunun yanında iklimi de etkileyerek lokal iklimin oluşmasına neden olabilecek güce sahiptir. İklimdeki bu lokal değişiklikler, organik maddenin ayrışmasından vejetasyon tiplerine kadar bir çok oluşumu etkisi altına almaktadır. Özellikle yükselti artışıyla beraber sıcaklığın azalmasına bağlı olarak ayrışma süreçlerinde yavaşlamalar meydana gelmektedir. Toprak özelliklerini etkileyen bir diğer önemli husus da arazi kullanımınıdır. Arazi kullanımına bağlı olarak, organik madde içeriği, tane büyüklük dağılımı ve değişebilir katyon konsantrasyonlarında farklılıklar meydana gelebilmektedir.

Fizyografik karakteristikler küçük mesafelerde dahi toprak dinamiklerini değişikliklere uğratabilmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir ormancılık ve tarımsal faaliyetlerin devam ettirilebilmesi için toprak, orman ve mera amenajmanı yapılırken detaylı bir güncel yetişme ortamı etütlerinin yapılmasına önem verilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde destekleri için Orman Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim. (2000). *Erzurum İli Arazi Varlığı Kitabı*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (Mülga) 2000 yılı basımı.
- Anonim. (2019). Oltu ilçesi iklim ortalamaları. <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/erzurum/oltu-30507/#climate-graph> Erişim tarihi: 17.05.2019.
- Çepel, N., DüNDAR, M., Günel, A. (1977). Türkiye'nin önemli yetişme bölgelerinde saf sarıçam ormanlarının

- gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik etmenler arasındaki ilişkiler, TÜBİTAK, *Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Proje No: TOAG 154, Tübitak Yayınları* No: 354, TOAG Seri No: 65, Ankara
- Çepel, N. (1988). Ormanın fonksiyonel değerleri ve orman ölümlerine neden olan yeni tür orman zararları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 38 (4), 63-73. Retrieved from <http://dergipark.org.tr/jffiu/issue/18750/197722>
- Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi Ders Kitabı*. İstanbul Üniversitesi Yayınları. Orman Fakültesi Yayın No: 423.
- Çepel, N. (1996). *Toprak İlimi Ders Kitabı*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 19.
- Dindaroğlu, T., ve Canbolat, M.Y. (2017). Hidrolojik Fonksiyonlu Havzalarda Fizyografik Karakteristiklere ve Arazi Kullanımına Bağlı Olarak Toprak Özelliklerindeki Değişimin Araştırılması. *Turkish Journal Of Forest Science*, 2 (1), 10-24.
- Foroughifar, H., Jafarzadeh, A.A., Torabi, H., Pakpour, A., ve Miransari, M. (2013). Using geostatistics and geographic information system techniques to characterize spatial variability of soil properties, including micronutrients. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 44(8):1273_1281 DOI 10.1080/00103624.2012.758279.
- Gee, G.W., ve Hortage, K.H. (1986). Particle-Size Analysis. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Minerological Methods* Secand Edition. *Agronomy*, No: 9. 2. Edition P: 383- 441.
- Genç, Z., ve Dengiz, O. (2015). Madendere havzasında fizyografik faktörlerin ve bazı fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin belirlenmesi ve haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 28-39.
- Iqbal, J., Thomasson, J.A., Jenkins, J.N., Owens, P.R., ve Whisler, F.D. (2005). Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils. *Soil Science Society of America Journal*, 69(4), 1338-1350.
- Kantarci, D. (1980). Aladağ kütlesinin (Bolu) kuzey yamacında Uludağ Göknarı ibrelerindeki mineral madde miktarlarının yükselti-iklim kuşaklarına göre değişimi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 30-(2), 135-145. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/176689>
- Liu, Z.P., Shao, M.A., ve Wang Y.Q. (2012). Large-scale spatial variability and distribution of soil organic carbon across the entire Loess Plateau, China. *Soil Research*, 50:114_124 DOI 10.1071/SR11183.
- McClean, E.O. (1982). Soil pH and Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties* Second Edition. *Agronomy*, No: 9 Part 2. Edition P: 199-224.
- MTA. (2019). Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Yayınları. Türkiye Jeoloji Haritaları. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeoloji-haritalari> Erişim tarihi: 10.06.2019
- Nelson, D.W., ve Sommers, L.E. (1982). Organic Matter. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties* Second Edition. *Agronomy*. No: 9 Part 2. Edition P: 574- 579.
- Nelson, R.E. (1982). Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological*

- Properties Second Edition. *Agronomy*, No: 9 Part 2. Edition P: 191-197.
- Özkan, K. (1997). "Prof. Dr. Bekir Sıtkı EVCİMEN Sedir (Cedrus libani A. RICH) Koruma Ormanının Yetiştirme Muhiti Özellikleri", konulu SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), 51s., Isparta.
- Öztaş, T. (2012). Tarımsal Toprak Mekaniği ve Teknolojisinin Gelişimi, Kapsam ve Önemi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 1(1), 4-5.
- Pelletier, J.D., Barron-Gafford, G.A., Breshears, D.D., Brooks, P.D., Chorover, J., Durcik, M., ve Meixner, T. (2013). Coevolution of nonlinear trends in vegetation, soils, and topography with elevation and slope aspect: A case study in the sky islands of southern Arizona. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 118(2), 741-758.
- Ravibabu, M.V., ve Jain, K. (2008). Digital elevation model accuracy aspects. *Journal of Applied Sciences*, 8(1), 134-139.
- Rhoades, J.D. (1986). Cation Exchange Capacity. Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Microbiological Properties 2nd Edition. *Agronomy*, No: 9 Madison, Wisconsin, USA.
- Rhoades, J.D. (1983). Cation exchange capacity. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9, 149-157.
- Sauchelli, V. (1965). Phosphates in Agriculture. Reinhold Publishing Corp. New York, Chapman and Hall, Ltd., London.
- Shit, P.K., Bhunia, G.S., ve Maiti, R. (2016). Spatial analysis of soil properties using GIS based geostatistics models. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(2), 107.
- Thomas, G.W. (1986). Exchangeable Cations. Methods of Soil Analysis. Paul L. Chemical and Microbiological Properties 2nd Edition. *Agronomy*, No: 9, Madison, Wisconsin, USA.
- Tomlin, C.D. (1987). Introduction to Geographic Information Systems, MAP Manual, Yale School of Forestry and Environmental Studies, New Haven, Connecticut.
- Tsui, C.C., Chen, Z.S., ve Hsieh, C.F. (2004). Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. *Geoderma*, 123(1-2), 131-142.
- Turgut, B., ve Öztaş, T. (2012). Assessment of spatial distribution of some soil properties with geostatistics method. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, Süleyman Demirel Üniversitesi 7(2):10_22.
- Wang, J., Liu, R., Zhang, P., Yu, W., Shen Z., ve Feng C. (2014). Spatial variation, environmental assessment and source identification of heavy metals in sediments of the Yangtze River Estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 87(1-2):364-373.
- Xia, X., Yang, Z., Xue, Y., Shao, X., Yu, T., ve Hou, Q. (2017). Spatial analysis of land use change effect on soil organic carbon stocks in the eastern regions of China between 1980 and 2000. *Geoscience Frontiers*, 8(3), 597-603.
- Yakupoğlu, T., Rızaoğlu, T., Dindaroğlu, T., Sesveren, S., Kara, Z., ve Gündoğan, R. (2018). Comparison of two different ophiolite districts in terms of some soil physical properties of grounds. *Eurasian Journal of Soil Science*, 7 (1), 1-8. DOI: 10.18393/ejss.327469
- Yossif, T.M., ve Ebied, G.M. (2015). Effect of slope on some soil characteristics at Wadi Naghamish, North Western Coast of Egypt. *Alexandria Science Exchange Journal*, Vol.36, No.4, Page 429-439.

Zamansal ve mekansal değişimlerin eski göl tabanlarındaki toprak oluşumu, gelişimi ve morfolojisi üzerine etkisi

Temporal and spatial changes in old lake bottom effect on soil formation, development and morphology

Gafur GÖZÜKARA^{1*}, Sevda ALTUNBAŞ², Mustafa SARI²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir

²Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

To cite this article:

Gözükara, G., Altunbaş, S. & Sarı, M. (2020). Zamansal ve mekansal değişimlerin eski göl tabanlarındaki toprak oluşumu, gelişimi ve morfolojisi üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 96-110.

DOI: 10.29050/harranziraat.581874

Address for Correspondence:

Gafur GÖZÜKARA

e-mail:

ggozukara@ogu.edu.tr

Received Date:

25.06.2019

Accepted Date:

29.01.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Öz

Bu çalışmanın amacı Burdur Gölü'nün eski ve güncel göl tabanlarında zamansal ve mekansal farklılıkların toprakların pedogenetik gelişimi ve özellikleri üzerine etkilerini belirlemektir. Araştırma kapsamında eski ve güncel göl tabanları üzerinde gelişen kvaterner yaşlı 8 pedon tanımlanmıştır. Kvaterner dönemi boyunca devam etmekte toprak oluşum faktörlerinin araştırma alanı içerisindeki profillerde B horizonunun oluşabilmesi için yeterli olmadığı, fakat toprak oluşum faktörlerinin profillerde zamansal ve mekansal farklılıklara bağlı olarak toprakların morfolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli farklılıklar oluşturmuştur. Bu farklılıklar toprak profillerinde; pH değerlerini 7.54-9.53, tuz içeriklerinin 0.31-18.11 dSm⁻¹, kireç içeriklerinin %12.06-48.20, organik madde miktarlarının %0.32-4.40, kil içeriklerinin %7.60-83.09, suda çözünebilir anyonlardan; CO₃²⁻'in 0.12-2.96 meq l⁻¹, HCO₃⁻'in 0.52-8.68 meq l⁻¹, Cl⁻'un 1.10-70.30 meq l⁻¹, SO₄²⁻'in 0.34-275.93 meq l⁻¹, değişebilir Na⁺'un 0.14-34.72 meq 100g⁻¹, değişebilir K⁺'un 0.07-1.02 meq 100g⁻¹, değişebilir Ca⁺⁺+Mg⁺⁺'un 9.12-49.67 meq 100g⁻¹, kation değişim kapasitesinin (KDK); 13.69-60.52 meq 100g⁻¹, değişebilir sodyum yüzdesinin (ESP) ise 0.80-71.36 arasında değişmesine sebep olmuştur. Toprakların morfolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki zamansal ve mekansal farklılıklar Burdur Gölü'nün güncel göl sınırlarına yaklaştıkça pedogenetik ayrışma-değişim-dönüşüm süreçlerinin oldukça azalmasına neden olmuştur. Elde edilen bu veriler alandaki arazilerin planlanmasında kullanılarak günümüzde dramatik bir şekilde yok oluşa doğru giden Burdur Gölü'nün ve çevresinin korunması ile ekolojik devamlılığının sağlanmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Burdur Gölü, Lakustrin ana materyal, Toprak oluşumu ve gelişimi

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the effects of temporal and spatial differences on the pedogenetic development and properties of soils in the old and current lake bottom of Burdur Lake. Within the scope of the research, 8 quaternary pedons developed on old and current lake bottom were identified. soil formation factors during the Quaternary period were not sufficient for the formation of the B horizon in the profiles in the study area, but the soil formation factors caused significant differences in the morphological, physical and chemical properties of soils due to the temporal and spatial differences in the profiles. These differences in soil profiles; pH 7.54-9.53, salinity 0.31-18.11 dS m⁻¹, lime 12.06-48.20%, organic matter content 0.32-4.40%, clay content 7.60-83.09%, water soluble anions; CO₃²⁻ 0.12-2.96 meq l⁻¹, HCO₃⁻ 0.52-8.68 meq l⁻¹, Cl⁻ 1.10-70.30 meq l⁻¹, SO₄²⁻ 0.34-275.93 meq l⁻¹, exchangeable; Na⁺ content 0.14-34.72 meq 100g⁻¹, K⁺ content 0.07-1.02 meq 100g⁻¹, Ca⁺⁺+Mg⁺⁺ content 9.12-49.67 meq 100g⁻¹, cation exchange capacity (KDK); 13.69-60.52 meq 100g⁻¹, exchangeable sodium percentage (ESP); 0.80-71.36 caused the change. The temporal and spatial differences in the morphological, physical and chemical properties of the soils have led to a significant reduction in pedogenetic decomposition-change-transformation as it approaches the current lake boundaries of Burdur Lake. These data will be used in the planning of the lands in the area and will contribute to the conservation and ecological sustainability of the Burdur Lake and its environment, which is now dramatically disappearing.

Key Words: Lake Burdur, Lacustrine anamaterial, Soil formation and development

Giriş

Göller, genellikle buldukları yörenin en çukur topografyalarında yer alırlar. Bu ortamlar, buldukları topografyaları gereğince çevrelerindeki yüksek arazilerden oluşan dönemsel yüzey akışlarıyla taşınan taşlı-topraklı materyaller tarafından doldurulmaktadır. Göllerdeki su ve dalga hareketleri ile zaman içerisinde organize olan ve göl tabanlarında düz ve düze yakın bir topografik yapı oluşturan bu materyaller Jeoloji Biliminde “lakustrin” olarak isimlendirilir (Sarı, 2015; Gözükara ve Altunbaş, 2016; Soil Survey Manuel 2017). Binlerce ve/veya onbinlerce yıl boyunca su altındaki havasız ortamlarda kalmış olan bu materyaller, göllerdeki su seviyesinin çeşitli nedenlerle düşmesi neticesinde yer yer gölün kurumması ile tamamen sudan kurtularak karasal ortama çıkarlar. Karasal ortamın ekolojik unsurları ile karşılaşan ve toprak oluşumu kapsamında farklı değişim ve dönüşüm olaylarını yaşamaya başlayan bu jeolojik materyaller, Toprak Biliminde “lakustrin ana materyal” olarak isimlendirilmektedir (Sarı, 2015; Soil Survey Manuel, 2017). Gerek depolanmaları ve gerekse karasal ortama çıkışları kapsamında zamansal ve mekansal farklılıkları bulunan bu lakustrin ana materyaller üzerinde oluşumları devam etmekte olan toprakların morfolojik, fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerinde önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların toprakların üretkenlik potansiyelleri ve kullanım şekillerinin belirlenmesi üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Sarı ve ark., 2003; Altunbaş ve Sarı, 2010; 2011; Gözükara, 2019; Gözükara ve ark., 2019a). Toprak oluşumu ve gelişimi için zaman ve mekan faktörleri toprakların özelliklerini ve onların ayrışma oranlarını belirlemektedir. Bu etki zamanla morfolojik, fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerin değişimi ve gelişimi ile değişik sayılarda horizonların oluşmasını ve farklılaşmasını sağlamaktadır (Sarı ve ark., 2003; Mutlu, 2010; Altunbaş ve Sarı, 2011; Gözükara, 2019; Gözükara ve ark., 2019a). Bu farklılaşma başlangıç olarak elementlerin toprak profili içinde yeniden dağılımı, horizonlaşması ve son olarak da

bu dağılıma bağlı olarak toprak tiplerinin farklılaşması olarak ortaya çıkar (Jenkins ve Jones, 1980). Ancak toprak oluşumu için geçen zaman aynı olsa bile diğer toprak yapan faktörlerin farklı oranlardaki etkisi ile toprakların morfolojisi ve fiziko-kimyasal özellikleri farklılık gösterebilir (Sarı, 2015; Furquim ve ark., 2017; Owliaie ve ark., 2018; Gözükara, 2019; Gözükara ve ark., 2019a).

Geçmiş jeolojik devirlerde büyük ölçekli göl ve sığ deniz koşullarına sahip olmuş olan ve Türkiye'nin Güneybatısındaki “Göller Yöresi” olarak bilinen alanda pek çok aktif göl bulunmaktadır. Bu göllerden en önemlilerinden birisi de Burdur Gölü'dür. Ramsar kriterleri kapsamında altı metreyi geçmeyen kısımları “sulak alan” olarak tescil edilmiş olan Burdur Gölü'nün kimi yerleri, geçmiş jeolojik zaman süreçlerinde çeşitli düzeylerde çekilmek suretiyle karasal ortama kavuşmuştur (Atalay, 1977; Ataol, 2010; Tudryn ve ark., 2013). Bu gölün özellikle günümüzdeki çekilmesi, çok hızlı ve dramatik bir biçimde devam etmektedir (Gözükara ve ark., 2017; 2018; 2019a; 2019b). Farklı zaman dilimlerinde farklı mekanları sudan kurtulmuş olan bu lakustrin ana materyaller üzerinde çeşitli düzeylerde pedolojik değişim ve dönüşümlerin yaşanmış ve halen de yaşanıyor olması kaçınılmazdır. Günümüzde; çeşitli nedenlerle bir kısmı tarımsal üretimde kullanılmakta olan ve bir kısmında da halen hiçbir kullanım kararı ve uygulaması bulunmayan göl tabanları üzerinde yer almış olan toprakların oluşum ve gelişimlerinin hangi düzeylerde olduğu ve aynı zamanda bu toprakların zamansal ve mekansal farklılıklarının nedenine dair sistematik ve bütüncül bir araştırma bulunmamaktadır.

Bu araştırma, günümüzde büyük bir hızla kurumakta olan Burdur Gölü'nün farklı zamanlarda farklı mekanlarında karasal ortama çıkmış olan eski göl tabanı arazileri üzerinde yer almış olan toprakların morfolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespit edilmesi ve bu toprakların pedolojik oluşum ve gelişim düzeylerindeki zamansal ve mekansal farklılıklarının belirlenmesi amacıyla planlanmıştır.

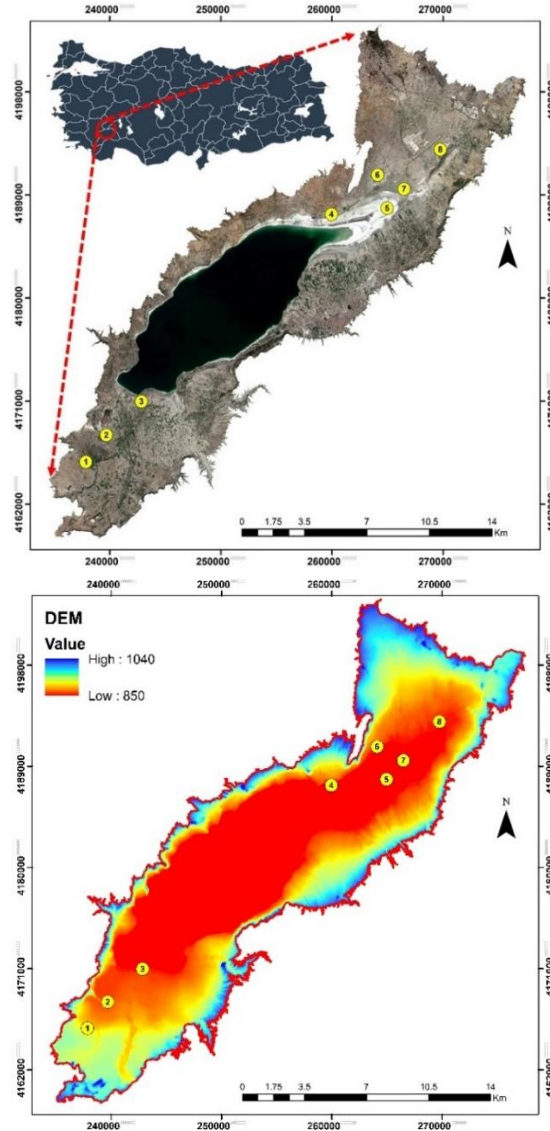
Materyal ve Metot

Materyal

Araştırma, Türkiye'nin Göller Bölgesi'nde bulunan Burdur Gölü'nün geçmişten günümüze kadar süreçte karasal ortama çıkmış göl tabanı arazilerinde yürütülmüştür. Çalışma alanının Burdur göl çanağının güncel akaçlama noktalarının yaklaşık sınırı olan 1000 m yükseklik ile sınırlı tutulmuştur (Şekil 1). Çalışma alanı içerisinde yaklaşık 950 m'den sonra göl tabanı arazilerine rastlanılmamış olması toprak profillerinin 846-946 m arasındaki yükseklik ile sınırlandırılmasına neden olmuştur. Çalışma alanı Isparta ve Burdur İl İdari Sınırlarının içerisinde kalan 610.23 km²'lik alanı kapsamaktadır (Şekil 1a). Uzun yıllık (1975-2017) iklim verilerine göre çalışma alanının; ortalama sıcaklığı 13.34 °C, ortalama toplam yağı 419.01 mm, ortalama toplam yüzey buharlaşması 1202.3 mm ve ortalama nisbi nemi %58.07'dir (Gözükara, 2019).

Burdur Gölü'nün de içinde bulunduğu Burdur Havzası, tektonik olarak Fethiye-Burdur fay zonundan etkilenmiş tektonik granbendir. Burdur Gölü, Fethiye-Eğirdir Gölü arasında uzanan Güney Batı Anadolu Fay zonu içerisinde yer alır (Karaman, 1990). Fay zonu boyunca sol yönlü oblik normal fay hareketi etkin olmuştur. Göl günümüze kadar normal faylarla kademeli olarak çökmüştür. Fethiye-Burdur fay zonu, Isparta Açısı olarak bilinen otokton Toros Karbonat Ekseninin Antalya Körfezi kuzeyi ile Isparta çevresinde ters "V" şeklinde bükülmesi sonucu oluşmuştur (Bozcu vd. 2007). Yapısal kökenli bu deformasyon, bölgedeki tektonizma etkinliğinin en önemli göstergesidir. Günümüzde tektonik yönden aktif olan Isparta ve Burdur yöresi, eski jeolojik devirlerde de yapısal gerilmelerin etkisi altında kalmış ve değişik tür kıvrımlı, kırıklı, bindirmeli ve faylı yapılar kazanmıştır (Erol, 1980; Karaman, 1990; Kış ve ark., 1998). Kuvaterner devrinin Holosen döneminin başlaması ile iklim değişikliği ve havzadaki tektonik hareketlere bağlı çökmeler sonucunda göl seviyesinde düşüşlerin başladığı belirtilmiştir (Atalay, 1977; 2017; Tudryn ve ark., 2013). Araştırmacıların bu bulguları

doğrultusunda çalışma alanı içerisinde yer alan eski göl tabanlarının oluşumu ve gelişiminin tamamının kuvaterner devirde gerçekleştiği tespit edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafik konumu (a) ve sayısal yükseklik modeli (b)

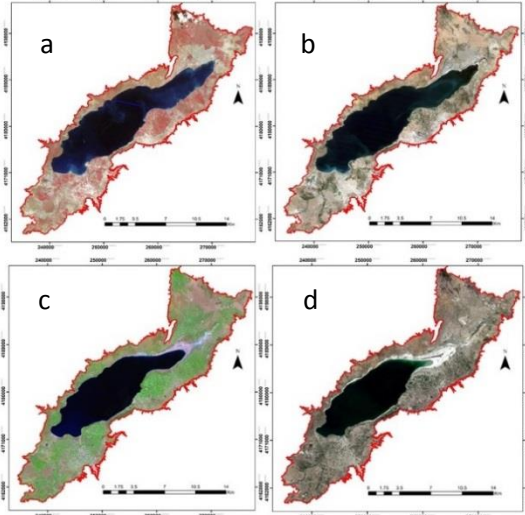
Figure 1. Geographical location of the study area (a) and DEM data (b)

Metot

Büro çalışmaları

Profil noktalarının yerlerinin tespit edilmesinde temel kartografik materyal olarak; Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen 1/25000 ölçekli Topografik Haritalar, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü tarafından üretilen 1/25000 ve 1/100000 ölçekli Jeoloji Haritaları, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından üretilen Stereo Ortofotolar (30 cm çözünürlüklü) ve Çizelge 1'de özellikleri gösterilen farklı yıllara ait uydu

görüntüleri (Şekil 2) kullanılmıştır. Uydu görüntüleri üzerinde yapılan alansal hesaplamalarda ArcGIS 10.2 yazılımından faydalanılmıştır.



Şekil 2. Burdur Gölünün zamansal değişimi (a;1975, b;1987, c;2002, ve d; 2017)

Figure 2. Temporal change of Burdur Lake (a;1975, b;1987, c;2002, ve d; 2017)

Çizelge 2. Eski göl tabanı üzerinde gelişen profillerin özellikleri
Table 2. Features of profiles developed on the old lake bottom

Profil No Profile No	Konum Location	Ana materyal Parent Material	Arazi Kullanımı Land Use
1	37°36'03.44"K 30°01'50.55"D	Lakustrin	Bağ
2	37°37'21.47"K 30°03'01.41"D	Lakustrin	Çayır-Mera
3	37°39'00.06"K 30°05'06.53"D	Lakustrin	Mera
4	37°48'08.79"K 30°16'33.37"D	Lakustrin	Mera
5	37°48'23.73"K 30°19'39.35"D	Lakustrin	-
6	37°50'01.70"K 30°19'09.46"D	Lakustrin	Kuru Tarım
7	37°49'23.60"K 30°20'48.63"D	Lakustrin	Mera
8	37°51'19.31"K 30°22'57.21"D	Lakustrin	Kuru Tarım

Laboratuvar çalışmaları

Toprak örnekleri 2 mm'lik elekten elenerek analizler için uygun hale getirilmiştir. Toprak örneklerinde, toprak bünyesi Bouyoucos (1955), organik madde Black (1965), pH ve EC Jackson (1967), kireç (CaCO₃) Scheibler Kalsimetresi ile (Soil survey manual, 1993), KDK ise 1 N amonyum asetat yöntemine göre belirlenmiştir (Soil Survey Laboratory Manual, 2004). Değişebilir katyonlar 1 N amonyum asetat yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar 1995). Değişebilir sodyum yüzdesi (Bower 1959), Suda çözülebilir klor Johnson ve Ulrich (1959), suda çözülebilir sülfat Fox ve ark. (1964), suda çözülebilir karbonat ve bikarbonat karbonat Ayyıldız (1990) yöntemine göre yapılmıştır.

Çizelge 1. Uydu görüntülerinin özellikleri
Table1. Features of satellite images

No	Tarih Date	Uydu ve Çözünürlük Satellite and Resolution
1	16.06.1975	Landsat 2 (MSS)-60m
2	26.08.1987	Landsat 5 (TM)-30m
3	24.06.2002	Landsat 7 (ETM+)-15m
4	29.07.2017	Sentinel 2 (MSI)-10m

Arazi çalışmaları

Bu çalışma kapsamında eski göl tabanları üzerinde konumları ve özellikleri Çizelge 2'de gösterilen 8 adet toprak profili açılmış ve bu profillerde 50 farklı horizon tanımlanmıştır. Bu horizonların her birisi morfometrik-genetik yaklaşımla tanımlanmıştır (Şenol, 2015). Morfolojik tanımlamaları yapılmış olan her bir horizonttan fiziksel ve kimyasal analizlerde kullanılmak amacıyla 50 adet toprak örneği alınmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Burdur Havzası'nın jeomorfolojik gelişiminde ve havzanın günümüzdeki görünümünü almasında Miyosen başlarında Burdur Havzası'nın bulunduğu alanda çökmeler ve kuvaternerde meydana gelen iklim değişimleri önemli rol oynamıştır (Atalay, 1977; 2017; Tudryn ve ark., 2013). Söz konusu bu jeolojik, jeomorfolojik ve ekolojik değişiklikler Burdur Gölü'nün su seviyesindeki değişimlerin ve aynı zamanda göl havzasındaki farklı fizyografik oluşumların da nedeni olmuştur. Aynı değişiklikler göl havzasındaki farklı fizyografyalarda yer alan topraklarda da çeşitli pedolojik değişimlerin yaşanmasına neden olmuştur. Bu alanda yapılan çalışmalar, Burdur Gölü'nün su seviyesinde gerek geçmiş jeolojik devirlerde ve gerekse yakın

tarihlerde göl seviyesinde önemli azalmaların meydana gelmiş olduğunu göstermiştir. (Girgin ve ark., 2004; Şener ve Morova, 2011; Kahraman, 2013; Keskin, vd. 2015; Sarp ve Ozcelik, 2017; Gözükara ve ark., 2017, 2018; Gözükara, 2019; Gözükara ve ark., 2019a; 2019b). Özellikle son yıllarda (1975-2017) Burdur Gölü su seviyesinde ve hacminde ciddi bir azalmanın olduğu ve bu azalma neticesinde 80.91 km² eski göl tabanı arazisinin karasal ortama çıktığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu arazilerin üzerlerinde gelişen toprakların özelliklerinin bilinmediği ise açık bir gerçektir (Gözükara ve ark., 2017, 2018; 2019a; 2019b; Gözükara, 2019).

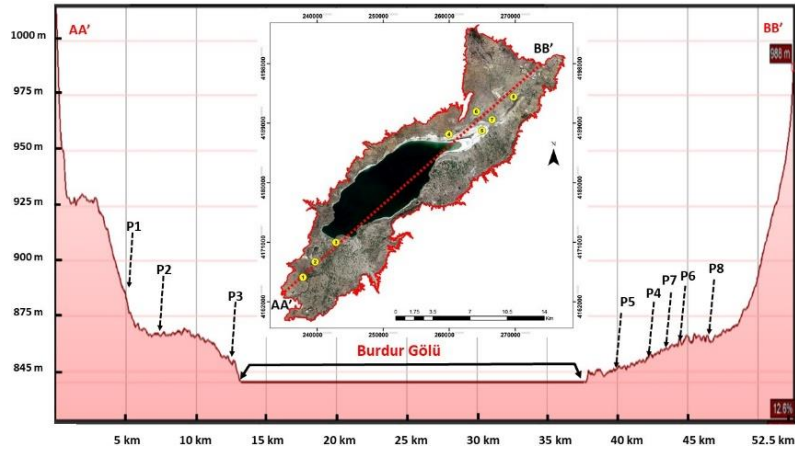
Eski göl tabanı üzerinde gelişen toprak profillerinin Burdur Gölü'nün merkezine göre konumları ile deniz seviyesine göre yükseklikleri değerlendirildiğinde; güney batıda 898 m yükseklikte P1, 868 m yükseklikte P2, 856 m yükseklikte P3, kuzey doğuda 846 m yükseklikte P5, 855 m yükseklikte P4, 852 m yükseklikte P7, 859 m yükseklikte P8 ve 860 m yükseklikte P6 profilleri yer almaktadır (Şekil 3). Eski göl tabanı üzerinde yaklaşık 845-898 m arasındaki yüksekliklerde pedogenetik olarak gelişim gösteren profillerin mekansal farklılıkları ve çevresel görüntüleri Şekil 4'de gösterilmiştir.

Kuvaterner döneminin ağırlıklı olarak holosen bölümünde çeşitli toprak oluşum faktörlerinin etkisiyle jeogenetik ve pedojetik olarak gelişimleri sürdüren P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7 ve P8 profillerinin tamamı A-C horizon dizilimine sahiptir (Çizelge 3). Burdur Gölü'nün Güney Batı Sahilinde (GBS) yer alan P1, P2 ve P3 profillerinde yaş renk dağılımı yüzeydeki birkaç horizontta 10YR, alt horizontlarda ise 2.5Y olarak belirlenmiştir. Kuzey Doğu Sahilinde (KDS) yer alan P4 profilinin A1 ve 2A horizontlarında yaş renk 2.5Y, alt horizontlarda 10YR, P5 profilinin A1 horizontunda yaş renk 2.5Y, 2C ve 3C horizontlarında ise Gley 1 olarak belirlenmiştir. P7 ve P8 profillerinin tamamında yaş renk 2.5Y olarak tespit edilirken, P6 profilinin Ap, A2 ve 2C horizontlarında yaş renk 2.5Y, diğer horizontlarda ise 5Y olarak tespit edilmiştir. Özellikle P5 profilinin 2C ve 3C horizontlarında yaş renk çalışma

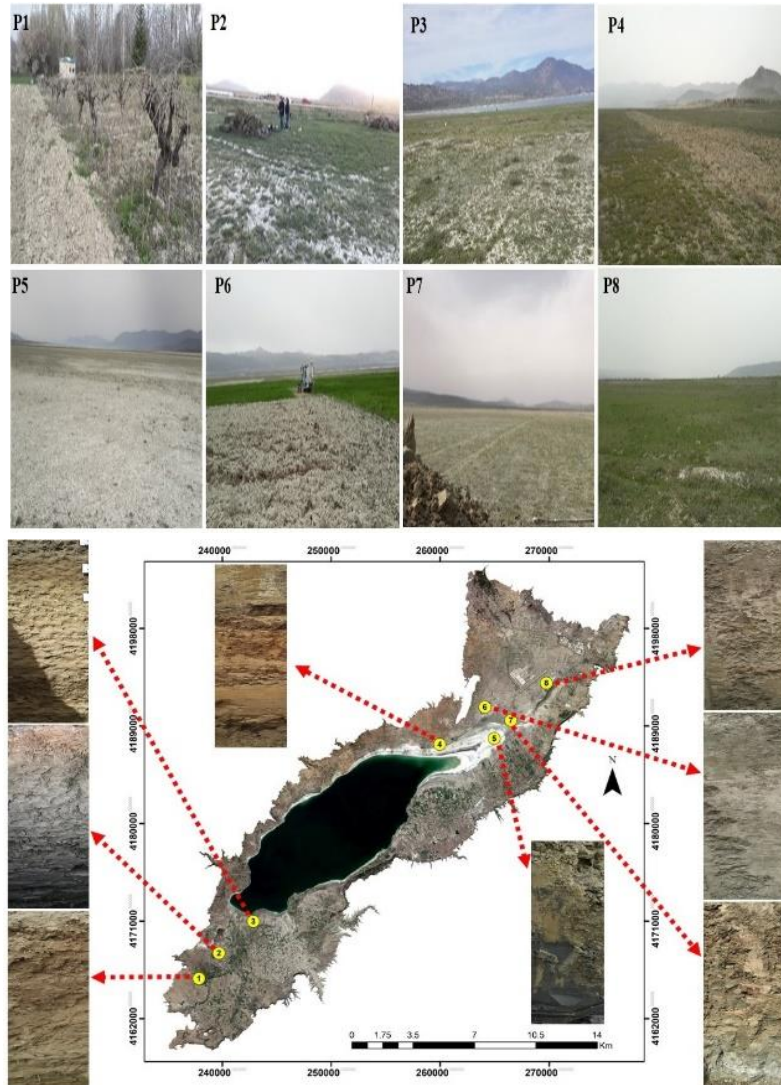
alanı içerisindeki profillerdeki hiçbir horizon ile benzerlik göstermemektedir. Özellikle GBS'de bulunan P1, P2 ve P3 profillerinin yüzey horizontlarındaki yaş rengin 10YR düzeyinde kırmızılaşmış olması da söz konusu bu topraklardaki pedolojik işlemlerin azımsanamayacak derecede yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 3). GBS'de bulunan P1, P2 ve P3 profillerinin genellikle yüzey horizontlarında kuvvetli orta yarı köşeli blok, orta orta yarı köşeli blok ve orta orta granüler strüktür tespit edilirken C horizontlarının tamamında masif strüktür tespit edilmiştir. Burdur Gölü'nün güncel göl sınırlarına yaklaştıkça GBS'de bulunan P1, P2 ve P3 profillerinde strüktürel oluşum azalmaktadır. GBS'de Burdur Gölü'ne en yakın olan P3 profilinde yüzeyden itibaren yaklaşık 15-20 cm strüktür oluşumu, P2 profilinde 30-35 cm strüktür oluşumu ve göle en uzak mesafede olan P3 profilinde ise 40-45 cm strüktür oluşumu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bu bulgular "Burdur Gölü'ne yaklaştıkça profillerdeki strüktürel oluşum azalmaktadır" şeklindeki tespitimizi desteklemektedir. Strüktür, KDS'de bulunan P4, P6, P7 ve P8 profillerinin yüzey horizontlarında zayıf küçük granüler, zayıf küçük yarı köşeli blok, kuvvetli orta yarı köşeli blok ve orta orta yarı köşeli blok olarak tespit edilmiştir. P5 profilinin yüzey horizontunda ise srüktür masif olarak tespit edilmiştir. KDS'de bulunan P4, P5, P6, P7 ve P8 profillerinin C horizontlarının tamamında masif strüktür tespit edilmiştir (Çizelge 3). KDS'de bulunan P5, P7 ve P8 profillerinde Burdur Gölü'ne yaklaştıkça profillerdeki strüktürel gelişim azalmaktadır. KDS'de Burdur Gölü'ne en yakın olan P5 profilinde yüzeyde herhangi bir strüktür gelişiminin olmaması, P7 profilinde yaklaşık 10 cm strüktür gelişimi ve göle en uzak mesafede olan P8 profilinde ise 20-25 cm strüktür gelişimi tespit edilmiştir. Bu bulgular "KDS'de Burdur Gölü'ne yaklaştıkça profillerdeki strüktürel gelişim azalmaktadır" şeklindeki tespitimizi desteklemektedir. GBS'deki profillerin KDS'de bulunan profillere göre yüzeyden itibaren daha fazla strüktür oluşumu tespit edilmiştir. GBS ve KDS bulunan profiller arasında değişebilir Na

içeriğinin fazla olduğu P2, P3, P5, P6, P7 ve P8 profillerinde nemli kıvamlar genellikle çok sıkı ve sıkı olarak belirlenmiştir. Fakat Na⁺'un hidratasyon çapının yüksek olması ve strüktürel üniteler arasındaki bağların zayıf olması sonucunda özellikle nemli kıvamların dağilgan olması bekleniyordu. Profillerin aşırı kireç içeriğinin ve

değişebilir Ca⁺⁺+Mg⁺⁺ katyonlarının fazla olması Na⁺'un disperse edici ve/veya strüktür bozucu etkilerini dengelemiş hatta kısmen de olsa Ca⁺⁺'un koagülasyon özelliğine bağlı olarak toprak taneciklerini bir arada tutmada etkili olduğu gözükmemektedir.



Şekil 3. Profillerin yükseklik dağılımı
Figure 3. Altitude distribution of profiles



Şekil 4. Profillerin çevresel ve horizon görünümü
Figure 4. Environmental and horizon view of profiles

GBS'de yeralan P2 profili Kumluca, Yarıköy ve Yazıköylerinin çevrelediği bir alanda çevresindeki diğer toprak profillerine (P1 ve P3) göre lokal tektonik çöküntü alanında bulunmaktadır. Topoğrafyadaki bu çukurluk, topoğrafyaya gelen yüzey sularının taşıyarak getirdiği en ince materyallerin (kil) bu toprak profilin yayılım gösterdiği alanlarda birikmesine neden olmaktadır. Bu topoğrafik özelliğe bağlı olarak profilin 4C horizonu (%22 kil) hariç diğer horizonlar yoğun kil içeriğine sahiptir. Aynı zamanda yoğun kil içeriğine ve dönemlik yükselme eğiliminde olan taban suyuna bağlı olarak profilde 7 cm'den itibaren alt horizonlara doğru artan oranda pas lekeleri gözlemlenmiştir. Aynı zamanda yoğun kil içeriğine bağlı olarak A1, 3C ve 5C horizonlarında yoğun kayma yüzeyleri tespit edilmiştir (Çizelge 3).

P1 profili GBS'de bulunan diğer profillere göre en düşük kil içeriği ile kumlu killi tın, killi tın ve tın tekstüre sahiptir. Güncel gölün kıyı çizgisine yakın bir mesafede (Şekil 4) yayılım gösteren P3 profilinde ise sekiz farklı litolojik kesilme belirlenmiştir. Neredeyse her litolojik kesilmede farklı havzalardan farklı akarsu debilerine bağlı olarak değişen miktarlarda kum/silt/kil malzemeleri göl tabanına depolanmıştır. P3 profilinde toprakların birbirinden çok farklı tekstür sınıflarına bağlı olarak morfolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerinde ciddi farklılıkların bulunduğu görülmektedir. Örneğin; yaklaşık 170-180 cm derinliğinde açılarak incelenmiş olan bu profilde A1, 2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 7C ve 8C şeklinde bir horizon dağılımının bulunduğu ve her bir horizonun tekstür sınıfı tınlı kum (LS)'dan siltli kil'e (SiC) kadar değişiklik göstermektedir (Çizelge 3). P3 profilinde ise yüzeye yakın 2C horizonunda (17-38 cm) orta yoğun pas lekeleri, azalan kil miktarı ile birlikte 3C, 4C ve 5C horizonlarında herhangi pas lekesi gözlemlenmezken 6C, 7C ve 8C horizonlarında ise artış gösteren kil miktarına bağlı olarak çok yoğun pas lekeleri gözlemlenmiştir. Aynı zamanda kireç, organik madde, KDK, değişebilir katyon ve diğer fiziko-

kimyasal özelliklerdeki değişimin de son derece düzensiz olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Çalışma alanının özellikle KDS bölümünde kuzey ve kuzeydoğu istikametinden Burdur gölüne doğru akmakta olan birkaç mevsimlik derenin eski jeolojik süreçlerdeki faaliyetleri kapsamında farklı mekanlardan getirmiş oldukları materyaller bu alanda birikmiştir. Bununla birlikte KDS'de bulunan P4, P5, P6, P7 ve P8 profillerinin yayılım gösterdiği alanlar söz konusu derelerin materyal depolama güzergahlarının (boylamasına dereceleme alanlarının) neredeyse son kısımlarında olması ve hatta yakın geçmişe kadar söz konusu bu alanların göl suları altında olmaları nedeniyle bu profillerin tekstürleri çoğunlukla ağır kildir. KDS'de bulunan profiller arasında en fazla kil içeriği %56.23-83.09 değişim aralığı ile P6'da tespit edilmiştir (Çizelge 3). KDS'de bulunan profiller arasında göle en yakın mesafede bulunan P5 profili diğer profillere göre kuzey ve kuzeydoğu istikametinden Burdur Gölü'ne doğru akmakta olan birkaç mevsimlik derenin eski jeolojik süreçlerdeki faaliyetleri kapsamında farklı mekanlardan getirmiş oldukları en ince materyallerin taşınarak biriktirildiği konumda bulunmaktadır (Şekil 4). Profilin tamamındaki yoğun kil ve dönemlik taban suyu sonucunda A1 horizonunda zayıf pas lekeleri, 2C ve 3C horizonlarında ise yoğun gleyizasyon izleri gözlemlenmiştir. Burdur Gölü'nden uzaklaştıkça P7 profilinin 2C horizonunda yoğun olan pas lekeleri, alt horizonlara doğru ise çok yoğun pas lekeleri tespit edilmiştir. Göle en uzak mesafede bulunan P8 profilinde ise 3C horizonundan (79-106 cm) itibaren artan şiddette pas lekeleri gözlemlenmiştir. P4 profilinin sadece 4C, 5C ve 6C horizonlarında zayıf pas lekeleri gözlemlenirken, P6 profilinde herhangi bir pas lekesi tespit edilmemiştir. Görüldüğü üzere KDS ve GBS'de bulunan profillerde güncel göl sınırından uzaklaştıkça kil içeriğine ve taban suyunun dönemlik hareketlerine bağlı olarak pas lekeleri azalmaktadır.

Çizelge 3. Profillerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 3. Some physical and chemical properties of profiles

Profil Profile	Horizon Horizon	Derinlik Depth (cm)	Renk Color (Yaş)	Strüktür Structure	Özel Görünüm Special feaures	Kireç Lime (%)	Organik Madde Organic Matter (%)	Kum Sand (%)	Silt Loam (%)	Kil Clay (%)	Tekstür Texture
P1	Ap	0-24	10YR 5/2	OOYKB	SSK	25.63	1.12	54.54	22.50	22.96	SCL
	2A	24-45	10YR 6/3	ÇKOKB	SSK	27.88	0.76	50.90	23.14	25.96	SCL
	3C	45-72	2.5Y 7/3	Masif	SSK	34.71	0.64	41.05	31.14	27.81	CL
	4C	72-113	2.5Y 8/2	Masif	SSK	39.69	0.60	20.98	50.14	28.88	CL
	5C	133+	2.5Y 7/2	Masif	-	30.37	0.46	38.83	43.22	17.95	L
P2	A1	0-7	10YR 6/3	OOG	SSK, AYKY	34.15	1.37	6.90	45.14	47.96	SiC
	AC	7-33	10YR 5/2	KOYKB	ÇZPL, AYKY	30.29	0.74	1.05	33.36	65.59	C
	2C1	33-59	2.5Y 5/2	Masif	ÇZPL, AYKY	31.34	0.59	0.98	32.29	66.73	C
	2C2	59-85	2.5Y 4/2	Masif	OYPL, YKY	32.54	0.45	0.98	31.36	67.66	C
	2C3g	85-120	2.5Y 5/2	Masif	OYPL, Gİ, YKY	32.14	0.49	1.05	30.22	68.73	C
	3Cg	120-130	2.5Y 5/2	Masif	OYPL, Gİ, YKY	36.84	0.29	31.05	46.22	22.73	L
	4Cg	130+	2.5Y 4/3	Masif	ÇYPL, Gİ, YKY	32.46	0.33	1.05	38.22	60.73	C
P3	A1	0-17	10YR 5/3	ZOYKB	YSK	34.84	1.45	31.77	37.78	30.45	CL
	2C	17-38	10YR 6/3	Masif	YSK, OYPL	37.75	0.81	41.13	37.49	21.38	L
	3C	38-59	10YR 6/2	Masif	-	33.71	0.94	12.84	57.70	29.46	SiCL
	4C	59-86	2.5Y 6/3	Masif	-	37.34	1.04	49.06	38.49	12.45	L
	5C	86-96	2.5Y 6/4	Masif	-	44.13	1.11	82.62	9.78	7.60	LS
	6C	96-113	2.5Y 6/3	Masif	ÇYPL	31.44	1.03	5.77	40.56	53.67	SiC
	7C	113-140	2.5Y 6/3	Masif	ÇYPL	30.47	1.10	15.34	46.92	37.74	SiCL
	8C	140+	2.5Y 6/2	Masif	ÇYPL	25.78	1.05	0.62	40.92	58.46	SiC
P4	A1	0-14	2.5Y 6/3	ZKG	YSK	31.81	3.45	14.34	49.64	36.02	SiCL
	2A	14-34	2.5Y 5/2	OOYKB	SSK	27.99	3.41	10.06	38.93	51.01	C
	3A	34-58	10YR 4/4	OOYKB	SSK	22.96	2.53	4.06	49.00	46.94	SiC
	3C	58-76	5YR 5/4	Masif	2cm Kum Bandı	17.93	1.43	8.98	45.78	45.23	SiC
	4C	76-84	10YR 6/3	Masif	ZPL	25.32	0.18	56.06	26.93	17.01	SL
	5C	84-97	10YR 6/3	Masif	ZPL	25.07	0.53	35.06	35.64	29.30	CL
	6A	97+	10YR 4/1	Masif	ZPL, OMP	15.01	3.08	10.13	57.78	32.09	SiCL

Çizelge 3'ün Devamı
Continued Table 3

Profil Profile	Horizon Horizon	Derinlik Depth (cm)	Renk Color (Yaş)	Strüktür Structure	Özel Görünüm Special feaures	Kireç Lime (%)	Organik Madde Organic Matter (%)	Kum Sand (%)	Silt Loam (%)	Kil Clay (%)	Tekstür Texture
P5	A1g	0-10	2.5Y 6/3	Masif	ZPL, YG	19.96	2.59	1.13	72.93	25.94	SiL
	2Cg	10-25	Gley 1 2.5/N	Masif	YG	21.99	3.56	6.27	85.78	7.95	Si
	3Cg	25+	Gley 1 2.5/N	Masif	YG	18.82	2.76	5.98	70.00	24.02	SiL
P6	Ap	0-15	2.5Y 6/2	KOYKB	YSK	39.43	1.86	20.06	23.71	56.23	C
	A2	15-35	2.5Y 7/2	OOYKB	YSK	39.03	1.03	14.06	21.93	64.01	C
	2C	35-60	2.5Y 7/2	Masif	-	30.59	0.87	2.06	14.86	83.08	C
	3C1	60-99	5Y 7/2	Masif	1cm kum bandı	48.20	0.70	17.20	18.64	64.16	C
	3C2	90-110	5Y 7/1	Masif	-	44.14	0.49	2.98	18.86	78.16	C
	4C1	110-130	5Y 8/2	Masif	AYKB	39.35	0.49	12.20	26.57	61.23	C
	4C2	130+	5Y 8/1	Masif	AYKB	37.16	0.32	5.27	25.42	69.31	C
P7	A1	0-10	2.5Y 5/2	ZKYKB	ÇYSK	12.06	4.40	4.98	83.72	11.30	Si
	2C	10-21	2.5Y 5/3	Masif	YPL, YSK	14.48	2.80	0.98	64.79	34.23	SiCL
	3C	21-46	2.5Y 6/2	Masif	ÇYPL, YSK	12.15	0.51	2.90	56.86	40.24	SiC
	4C	46-88	2.5Y 6/2	Masif	ÇYPL, SSK	16.17	0.48	0.19	39.50	60.31	C
	5C	88-104	2.5Y 7/1	Masif	ÇYPL, Gİ	27.35	0.46	0.41	22.72	76.87	C
	6Ckg	104+	2.5Y 8/1	Masif	ÇYPL, Gİ	43.19	0.38	1.48	67.00	31.52	SiCL
P8	A1	0-22	2.5Y 5/3	OOYKB	YSK	28.94	3.60	3.06	39.50	57.44	C
	AC	22-48	2.5Y 5/4	Masif	SSK, SKTB	27.97	2.25	2.34	48.59	49.07	SiC
	C	48-79	2.5Y 6/3	Masif	SSK, YKTB	30.39	1.93	0.98	42.52	56.50	SiC
	2A	79-106	2.5Y 6/2	ZOYKB	YKTB, ZPL	31.28	3.88	0.77	24.64	74.59	C
	2C1g	106-122	2.5Y 7/2	Masif	ÇYPL, Gİ	31.52	2.76	0.63	37.78	61.59	C
	2C2g	122-156	2.5Y 7/2	Masif	ÇYPL, Gİ	31.36	1.26	1.13	24.21	74.66	C
	3Cg	156+	2.5Y 7/2	Masif	ÇYPL, Gİ	38.96	2.36	15.49	47.85	36.66	SiCL

***Strüktür;** ÇKOKB: Çok Kuvvetli Orta Köşeli Blok, KOYKB: Kuvvetli Orta Yarı Köşeli Blok, OOOYKB: Orta orta yarı köşeli blok, ZOYKB: Zayıf Orta Yarı Köşeli Blok, ZKYKB: Zayıf Küçük Yarı Köşeli Blok, ZKYKB: Zayıf Küçük Yarı Köşeli Blok

****Özel Görünümler;** SSK: Seyrek Saçak Kök, YSK: Yaygın Saçak Kök, ÇYSK: Çok Yoğun Saçak Kök, ÇZPL: Çok Zayıf Pas Lekesi, ZPL: Zayıf Pas Lekesi, OYPL: Orta Yoğun Pas Lekesi, YPL: Yoğun Pas Lekesi, ÇYPL: Çok Yoğun Pas Lekeleri, Gİ: Gleyizasyon İzleri, YG: Yoğun Gleyizasyon, AYKB: Az yoğun Kireç Benekleri, SKTB: Seyrek Kapılar Tuz Birikimi, YKTB: Yoğun Kapılar Tuz Birikimi, OMP: Organik Madde Parçaları, AYKY: Az Yoğun Kayma Yüzeyleri

Çizelge 4. Profillerin bazı kimyasal özellikleri
 Çizelge 4. Some chemical properties of profiles

Profil Profile	Horizon Horizon	Derinlik Depth (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Suda Çözünebilir Anyonlar Water Soluble Anions (me l ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar Exchangable Cations (me 100g ⁻¹)			KDK (me 100g ⁻¹)	ESP
					CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺		
P1	Ap	0-24	7.73	0.39	0.48	1.38	1.40	0.45	0.15	0.68	16.32	17.16	0.90
	2A	24-45	7.96	0.30	1.00	3.66	1.80	1.42	0.14	0.76	16.46	17.36	0.80
	3C	45-72	7.98	0.31	0.68	1.26	2.50	0.99	0.30	0.10	18.76	19.16	1.55
	4C	72-113	8.15	0.33	0.76	1.58	2.30	0.77	0.59	0.06	19.78	20.43	2.86
	5C	133+	8.33	0.35	0.64	1.38	2.20	0.34	0.94	0.07	19.76	20.77	4.54
P2	A1	0-7	8.80	2.29	0.92	3.44	8.00	10.44	11.69	0.37	13.14	25.20	46.38
	AC	7-33	9.09	2.74	0.60	4.90	13.10	5.82	20.41	0.40	11.39	32.21	63.37
	2C1	33-59	9.15	3.72	1.44	4.42	15.00	22.60	25.93	0.34	10.07	36.33	71.36
	2C2	59-85	9.34	2.64	2.60	5.10	9.60	8.51	21.82	0.31	9.23	31.37	69.57
	2C3g	85-120	9.44	1.55	2.96	6.82	6.40	3.77	20.03	0.33	9.33	29.68	67.48
	3Cg	120-130	9.43	1.29	2.56	6.32	4.50	2.64	9.24	0.13	9.12	18.50	49.97
	4Cg	130+	9.40	1.34	1.88	6.34	4.20	2.77	17.00	0.26	9.19	26.46	64.26
P3	A1	0-17	8.11	0.29	0.20	1.98	1.10	1.02	0.53	0.30	17.63	18.46	2.88
	2C	17-38	9.23	0.81	1.36	7.26	4.80	2.57	5.27	0.23	12.52	18.02	29.25
	3C	38-59	9.45	1.11	1.80	8.68	2.80	1.61	10.49	0.26	11.07	21.83	48.06
	4C	59-86	9.53	0.88	1.08	5.56	2.50	1.43	5.59	0.14	10.10	15.83	35.30
	5C	86-96	9.29	0.71	0.72	3.26	3.50	1.93	2.95	0.10	10.64	13.69	21.55
	6C	96-113	8.95	2.18	1.12	4.16	9.60	5.74	12.62	0.35	14.62	27.59	45.75
	7C	113-140	8.99	1.87	1.16	3.98	9.70	5.24	11.63	0.27	12.74	24.64	47.21
	8C	140+	9.08	0.94	1.40	5.22	14.30	5.65	17.60	0.38	13.22	31.20	56.40
P4	A1	0-14	8.48	0.48	0.72	2.78	1.70	0.46	0.33	0.47	12.96	13.75	2.36
	2A	14-34	8.50	0.51	0.60	2.74	2.10	1.70	0.48	0.68	16.66	17.82	2.70
	3A	34-58	8.29	2.23	0.48	1.58	5.80	20.01	5.34	0.86	16.46	22.67	23.57
	3C	58-76	8.02	8.88	0.12	1.56	21.50	80.54	19.66	0.74	19.73	40.13	48.98
	4C	76-84	8.24	3.90	0.12	0.56	10.80	29.44	7.78	0.23	13.15	21.17	36.75
	5C	84-97	7.97	5.97	0.12	1.42	16.50	44.74	12.41	0.37	16.23	29.01	42.78
	6A	97+	7.57	9.78	0.12	1.16	24.40	73.01	17.82	0.72	36.83	55.37	32.19

Çizelge 4'ün Devamı.
Continued Table 4

Profil Profile	Horizon Horizon	Derinlik Depth (cm)	pH pH	EC EC (dS m ⁻¹)	Suda Çözünebilir Anyonlar Water Soluble Anions (me l ⁻¹)				Değişebilir Katyonlar Exchangable Cations (me 100g ⁻¹)			KDK (me 100g ⁻¹)	ESP
					CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺		
P5	A1g	0-10	8.27	18.11	0.64	2.26	70.30	275.93	34.72	0.61	21.94	57.27	60.62
	2Cg	10-25	8.13	17.49	0.12	0.90	64.80	119.87	30.57	0.89	21.82	53.28	57.37
	3Cg	25+	7.98	16.36	0.16	1.02	64.10	178.16	28.47	1.02	23.09	52.58	54.14
P6	Ap	0-15	8.17	0.34	0.48	2.38	2.00	2.16	0.83	0.72	17.47	19.02	4.34
	A2	15-35	8.78	0.89	0.88	4.78	3.60	4.81	4.98	0.62	14.83	20.43	24.37
	2C	35-60	8.97	1.70	1.00	3.14	5.70	12.38	10.43	0.70	14.91	26.03	40.05
	3C1	60-99	8.35	2.25	0.72	1.96	6.50	12.10	7.93	0.39	14.40	22.72	34.90
	3C2	90-110	8.27	1.70	0.36	1.90	5.50	9.86	6.47	0.37	15.54	22.37	28.90
	4C1	110-130	8.29	1.45	0.52	1.92	5.70	8.80	5.68	0.34	15.70	21.72	26.16
	4C2	130+	8.00	1.12	0.40	1.78	6.20	4.71	4.20	0.31	15.19	19.70	21.31
P7	A1	0-10	7.59	3.28	0.12	0.86	2.20	35.90	1.19	0.61	49.67	51.46	2.30
	2C	10-21	7.58	5.05	0.12	0.54	4.20	46.54	5.20	0.76	38.04	44.00	11.81
	3C	21-46	7.54	6.66	0.12	0.52	11.60	72.29	8.95	0.77	46.91	56.63	15.81
	4C	46-88	7.96	5.50	0.12	0.80	15.60	33.57	11.53	0.60	16.66	28.80	40.04
	5C	88-104	8.67	4.61	1.16	3.44	13.80	18.22	9.22	0.43	17.34	26.99	34.17
	6Ckg	104+	8.65	5.16	1.28	3.22	15.90	28.22	8.23	0.23	16.15	24.61	33.43
P8	A1	0-22	8.02	0.37	0.56	3.20	2.10	0.46	1.38	0.56	22.85	24.79	5.55
	AC	22-48	7.61	7.50	0.12	1.88	8.40	79.86	12.97	0.38	32.55	45.90	28.26
	C	48-79	8.08	11.98	0.12	1.00	17.80	77.58	24.93	0.31	35.28	60.52	41.18
	2A	79-106	7.58	10.12	0.12	0.64	15.60	81.27	20.71	0.30	28.36	49.38	41.95
	2C1g	106-122	8.02	4.17	0.72	1.58	10.50	46.30	12.47	0.33	18.59	31.40	39.73
	2C2g	122-156	8.05	3.46	0.60	1.94	9.30	30.99	10.90	0.39	18.83	30.11	36.19
	3Cg	156+	8.04	3.19	0.32	2.04	7.70	34.39	8.04	0.21	17.29	25.54	31.48

GBS'de bulunan P1, P2 ve P3 profillerindeki organik madde miktarı KDS'de bulunan profillere göre daha düşük olmakla birlikte yüzey horizonlarında %1.12-1.45 arasında, yüzey altı horizonlarda ise azalma eğilimi ile birlikte %0.33-0.46 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 4). P5 profilinin bulunduğu alanlarda herhangi bir tarımsal faaliyet ve yüzey horizonlarında bitki örtüsü olmamasına rağmen diğer profillere göre organik madde miktarı göreceli olarak daha fazla olmaktadır. Yüksek organik madde miktarının oluşumunda, farklı jeolojik devir/dönemde göl tabanına depolanmış olan organik madde ve gölün içerisindeki yaşamsal döngüsünü tamamlayarak göl tabanındaki lakustrin ana materyale karışmış olan canlı kalıntıların etkisi olabileceği düşünülmektedir. KDS'de bulunan P4 ve P7 profillerinde organik madde miktarının yüksek oluşumunda ise özellikle yüzey horizonlarında yetişmiş olan doğal tek yıllık otsu bitkilerin etkili olduğu düşünülmektedir. P4 ve P7 profillerindeki organik madde miktarında alt horizonlara doğru önemli orandaki azalmalar ise tespitimizi güçlendirmektedir. P6 profilindeki organik madde %0.32-1.86 arasında değişmekle ve alt horizonlara doğru azalma eğilimindedir (Çizelge 4). P8 profilinde ise organik madde miktarında profil boyunca düzensiz artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Söz konusu bu farklılığın nedeni ise, litolojik kesilmeye bağlı olarak her bir katmanın farklı olması ve her bir katmanın özellikle kuzey ve kuzeydoğu istikametinden mevsimlik/sürekli yan dereler ve akarsular tarafından organik maddece zengin yüzey ve yüzey altı horizonlarının taşınıp göl tabanına depolaması sonucunda oluşmasıdır. KDS'de bulunan profillerde organik madde ve kil miktarının GBS de bulunan bulunan profillere göre göreceli olarak daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Organik madde ve kil miktarlarına bağlı olarak katyon değişim kapasitesi GBS'de bulunan profillerde 13.69-36.33 meq 100g⁻¹ arasında değişirken KDS'deki profillerde 13.75-60.52 meq 100g⁻¹ arasında değişmektedir.

GBS'de bulunan profillerdeki pH değerleri; P1'de 7.73-8.33, P2'de 8.80-9.44 ve P3'de ise

8.11-9.53 arasında değişmektedir. Özellikle P2 profili göl tabanı üzerinde gelişen topraklar arasında en fazla pH seviyesine sahiptir. KDS'de bulunan profillerde ise gölden uzaklaştıkça pH değeri azalmakta ve 7.57-8.67 arasında değişmektedir. Görüldüğü üzere KDS'de bulunan profillerin pH değeri GBS'de bulunan profillere göre daha düşüktür. KDS'de bulunan P5 profili 16.36-18.11 dS m⁻¹ arasında değişen EC değeri ile en yüksek tuzluluğa sahiptir. KDS bulunan diğer profillerde ise gölden uzaklaştıkça EC değerlerinde azalmakta ve 0.37-11.98 dS m⁻¹ arasında değişmektedir. Güney batı sahilinde (GBS) ise en yüksek değer 1.34-3.72 dS m⁻¹ arasında değişmekle birlikte P2 profilinde tespit edilmiştir. P1 profilinde tuzluluk riski bulunmamaktadır. P3 profilinde ise sadece 6C horizonunda (2.18 dS m⁻¹) tuzluluk riski bulunmaktadır. Bohn ve ark., (1977) topraktaki yüksek tuz konsantrasyonunun, bitkilerin besin alımını ve metabolizmasını bozarak bitkiler üzerinde toksik iyon (bor, kor ve sodyum vb.) etkisi ve kök bölgesinde osmotik basınç dengesini bozarak bitkilerin topraktan su alımını engellediğini bildirmişlerdir.

GBS'de bulunan P2 profili çevresindeki diğer toprak profillerine (P1 ve P3) göre daha çukur bir alanda bulunmaktadır. Topoğrafyadaki bu çukurluk, gelen yüzey sularında çözülmüş olan anyonların ağırlıklı olarak bu profil ve çevresinde birikmesine neden olmaktadır. GBS' de bulunan P1, P2 ve P3'de profilleri arasında eriyebilir anyonların konsantrasyonları değerlendirildiğinde; en fazla CO₃⁻² miktarı 0.92-2.96 me l⁻¹, HCO₃⁻ miktarı 3.44- 6.82 me l⁻¹, Cl miktarı 4.20-15.00 me l⁻¹ ve SO₄⁻² miktarı 2.64-22.60 me l⁻¹ arasında değişen değerler ile birlikte P2 profilinde tespit edilmiştir. Eriyebilir anyonların konsantrasyonlarının P1, P2 ve P3 profillerinde yüzey horizonlarından alt horizonlara doğru artış eğiliminde oldukları saptanmıştır. KDS'de bulunan P4, P5, P6, P7 ve P8 profilleri arasında, eriyebilir anyonların konsantrasyonları değerlendirildiğinde ise; en fazla CO₃⁻² miktarı 0.12-1.28 me l⁻¹ ile P7'de, en fazla HCO₃⁻ miktarı 1.90-4.78 me l⁻¹ ile P6'da, en fazla Cl miktarı 64.10-70.30 me l⁻¹ ve SO₄⁻² miktarı 119.87-178.16 me l⁻¹ arasında

değişen değerleri ile P5 profilinde tespit edilmiştir. Beyhan ve ark., (2007) ve Gülle ve ark., (2010) tarafından yapılan bir araştırmalarda, Burdur Gölü suyunun mevsimsel yağış, buharlaşma, göle su taşıyan mevsimlik/sürekli akarsuların artan veya azalan su debilerine ve numunenin alındığı mekana göre değişiklik göstermekle birlikte pH ve EC değerlerinin, göl suyunun karbonat, bikarbonat, klorür, sülfat anyonları ve katyon konsantrasyonlarının ise oldukça zengin olduklarını ve her geçen yıl konsantrasyonlarının arttığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda Gözükara ve ark., (2019a) tarafından Burdur Gölü' havzasında alüvyal fanlar üzerinde açılan toprak profillerinde Gölün güncel sınırına daha yakın olan profillerde pH ve EC değerleri, eriyebilir anyon ve değişebilir katyon konsantrasyonlarında artış tespit etmişlerdir. Araştırmacıların bu bulguları, eski göl tabanı üzerinde gelişen toprakların pH, EC ve eriyebilir anyon konsantrasyonlarında gölün güncel sınırlarına yaklaştıkça artış göstermesinin ve KDS ile GBS'deki profillerdeki mekansal farklılıkların nedenlerini çok net bir şekilde desteklemektedir. Görüldüğü üzere eski göl tabanı üzerinde gelişen toprakların (özellikle KDS'de bulunan profillerde) güncel göl sınırına yaklaştıkça EC, pH ve eriyebilir anyon konsantrasyonları toprak özelliklerini bozacak ve bitki yetiştiriciliğini (doğal veya kültürel) kısıtlayacak kadar şiddetlenmektedir. Bu sonuçlar eski göl tabanı üzerinde gelişen toprakların EC, pH ve eriyebilir anyon konsantrasyonlarının hem toprakların genetiksel özellikleri hemde göl suyu ile etkileşimi sonucunda şekillendiği göstermektedir. Her geçen yılda göl suyunun katyon konsantrasyonlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir. GBS'de incelenen profiller arasında P1 profilinin horizonlarının tamamında değişebilir $Ca^{++}+Mg^{++}$ konsantrasyonu, P2 profilinde A1 horizonu hariç diğer horizonlarda Na^+ konsantrasyonu ve P3 profillerinde ise sadece 8C horizonundaki Na^+ konsantrasyonu diğer katyonlara göre daha yüksektir. KDS'de bulunan P4, P5, P6, P7 ve P8 profilleri arasında ise sadece P5 profilinin tüm

horizonlarında Na^+ konsantrasyonu diğer katyonlara göre daha yüksektir. GBS ve KDS'deki profillerde Na^+ 'un baskın olmamasına rağmen profillerdeki Na^+ miktarı $Ca^{++}+Mg^{++}$ miktarına çok yakındır. Söz konusu bu durum GBS ve KDS'de bulunan profillerin horizonlarındaki ESP değeri ile de desteklenmektedir. GBS'de bulunan profiller arasında en fazla ESP değerleri sırasıyla 2.88-56.40 ile P2 profilde tespit edilirken KDS'de bulunan profiller arasında en fazla ESP değerleri ise 54.14-60.62 arasında değişen değerler ile P5 profilinde tespit edilmiştir. Toprakların sürdürülebilir kullanımına engel olan en önemli faktörlerden birisi de değişebilir Na^+ miktarıdır. Toprakta değişebilir katyonlardan Na^+ 'un artışı özellikle toprakların fiziksel özelliklerinin bozulması sonucunda toprakların havalanması, geçirgenliğini, ayrışmasını ve bitki gelişimine zarar vermektedir. Yüksek tuzluluk ve düşük ESP değeri toprak özelliklerini iyi yönde etkilerken aksine düşük tuz yüksek ESP değeri toprakta geçirgenliği ve işlenebilirliği önemli ölçüde zorlaştırmaktadır (Rhoades ve ark., 1992; Rhoades, 2012). Araştırmacının bu verileri KDS ve GBS'de eski göl tabanı üzerinde gelişen ESP değerleri yüksek olan profillerde aynı zamanda tuzluluğun (EC) da yüksek olmasının toprakların fiziksel özelliklerinde (kıvam ve strüktür) olabilecek olumsuzlukları kısmen önlemiş olmasının nedenlerini açıklamaktadır. Bu sonuçlar eski göl tabanı üzerinde gelişen toprakların (GBS ve KDS'de) değişebilir katyon konsantrasyonlarında (özellikle Na) gölün güncel sınırına yaklaştıkça artışlar belirlenmiştir. Beyhan vd. (2007) her geçen gün göl suyunun katyon konsantrasyonlarında artış olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacıların bu tespitleri değişebilir katyon konsantrasyonlarında (özellikle Na^+) gölün güncel sınırına yaklaştıkça artışların nedenlerini açıklamaktadır. Araştırmacıların tespitleri ve bulgularımız sonucunda değişebilir katyon konsantrasyonlarının hem toprakların genetiksel özellikleri hemde göl suyu ile etkileşimi sonucunda şekillendiği göstermektedir.

Sonuçlar

Kuvaterner yaşlı eski göl tabanlarında lakustrin ana materyaller üzerinde gelişmekte olan P1, P2, P3, P4, P6, P7 ve P8 profillerinin yüzey ve yüzey altı horizonlarında pedogenetik bir faaliyet olarak organik maddenin birikimi ve mineralizasyonu ile birlikte belirli düzeyde toprak oluşumu ve profil gelişimi tespit edilmiştir. Jeogenetik proseslerin bir gereği olarak bu alanlarda biriktirilmiş olan çeşitli kil minerallerin koloidal etkileri sonucunda bu topraklarda A horizonları oluşmuş ve bu horizonlarda çoğunluğu orta irilikte ve orta dayanıma sahip yarı köşeli blok strüktürler de gelişebilmiştir. Fakat P5 profilinin bulunduğu alanlar çok yakın zamanda (yaklaşık 10 yıl önce) sudan kurtulmuş olmasından dolayı henüz bu alanlarda toprak oluşumu ve profil gelişimi gözlemlenmemiştir. Profillerin tamamının morfolojik tanımlamalarında ayrışma sonucu oluşan primer CaCO_3 'lar veya sekonder ayrışma ürünü olan CaHCO_3 gözlemlenmemiş olmasına rağmen P6, P7 ve P8 profillerinde kireç miktarında sınırlı olsa alt katmanlara doğru hareketlilik belirlenmiştir. Keza profillerdeki ayrışma-değişim-dönüşüm işlemlerinin bir sonucu olarak kimi profillerin (GBS'de bulunan P1, P2 ve P3) özellikle yüzey horizonlarında renkte kısmen kırmızılaşmalar da gözlemlenmiştir. Renk ile açıklanan bu pedolojik gelişim, GBS ve KDS bulunan toprak profillerinde güncel göl sınırından uzaklaştıkça strüktür oluşumundaki artış ile desteklenmektedir. Bu tespitlerin tamamı değerlendirildiğinde, profillerin kuvaterner dönemin özellikle holosen bölümü olarak verilmiş olan yaşları dikkate alındığında genç profil özellikleri sahip olması yönündeki beklentimiz profillerde tespit edilen A-C olan horizon dizilimi ve sınırlı pedogenetik ayrışma-değişim-dönüşüm ile desteklenmiştir. Özellikle Burdur Gölü'nün güncel göl sınırlarına yaklaştıkça pedogenetik ayrışma-değişim-dönüşümün oldukça azaldığı ve toprak işlemeyi ve bitkisel üretimi sınırlandırıcı kil içeriği, pH ve EC değerleri ile suda eriyebilir anyon ve katyon konsantrasyonlarında önemli artışlar tespit edilmiştir. Hatta bu sınırlandırıcı faktörler

özellikle Burdur Gölü'nün dinamik su seviyesindeki azalmalar sonucunda (1975-2017 yılları arasında) açığa çıkan 80.90 km² eski göl tabanlarında lakustrin ana materyal üzerinde gelişen toprakların morfolojik, fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları doğrultusundaki pedolojik gelişime göre üzerinde tarım yapmaya elverişli olmayacak kadar şiddetlidir.

Teşekkür

Bu çalışma, FBA-2017-2800 numaralı Araştırma Projesinin bir bölümüdür. Katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Altunbaş, S. ve Sarı, M. (2010). Türkiye ölçeğinde sulak alan yönetim planlarının durumu; Eğirdir gölü yönetim planı örneği. I. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, Eskişehir, s: 34.
- Altunbaş, S. ve Sarı, M. (2011). Kurutulan kestel gölünden kazanılan toprakların bazı özellikleri ile üretim potansiyelleri arasındaki ilişkiler. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1),61-65.
- Atalay, İ. (1977). Burdur havzası ve çevresinin jeomorfolojik gelişimi (Geomorphological evaluation of the Burdur Basin and its surroundings. *Jeomorfoloji Dergisi*, 6, 93-110.
- Atalay, İ. (2017). Türkiye Jeomorfolojisi. Meta Basım, İzmir.
- Ataol, M. (2010). Burdur gölü'nde seviye değişimleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8 (1), 77-92.
- Ayyıldız, A. (1990). Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı 344, Ankara.
- Beyhan, M., Sahin, S., Keskin, M.E., Harman, İ.B. 2007. Effects of Long Period Water Level Changing to Water Quality and Heavy Metals in Lake Burdur. Süleyman Demirel University, Journal of Natural and Applied Sciences. 11(2): 173-179.
- Black, C. A. (1965). Methods of soil analysis Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A., 1372-1376.
- Bohn. H.L., McNeal L.B. ve O' Connor, A.G. (1977). Soil chemistry. A Wiley İnterscience Publication. John Wiley and Sons, 223-240 Newyork, Chishester.
- Bouyoucos, G.J. (1955). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*, 4 (9), 434.
- Bozcu M., Yağmurlu F. ve Şentürk M. (2007). Fethiye-Burdur fay zonunun bazı neotektonik ve paleosismolojik özellikleri, GB-Türkiye. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 31 (1), 25-46.
- Bower, C.A. (1959). Cation exchange equilibrium in soils. Affected by sodium salts. *Soil Science*, 88, 32-35.
- Erol, O. (1980). Anadolu'da Kuaterner pluvial interpluvial

- koşullar ve özellikle İç Anadolu'da son buzul çağından bugüne kadar olan çevresel değişimler. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 9, 5–16.
- Girgin, S., Kazancı, N. ve Dügel, M. (2004). On the limnology of deep and saline lake Burdur in Turkey. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 32(3), 189-200.
- Gözükara, G. ve Altunbaş, S. (2016). Lakustrin materyal üzerinde gelişen toprak özellikleri. 3. Ulusal Tarım Kongresi, Afyon. 05 - 08 Ekim. s.81.
- Gözükara, G., Altunbaş, S. ve Sarı M. (2017). Determination of land change near the burdur lake by using remote sensing and geographic information systems. 5th International Participation Soil and Water Resources Congress, Kırklareli. s.24.
- Gözükara G., Altunbaş S. ve Sarı M. (2018). Evaluation of the effect of some climatic parameters on time-dependent spatial variation of lake burdur; 1975-2017. 2017. International Ecology 2018 Symposium. Kastamonu. s.68.
- Gözükara, G. (2019). Eski göl tabanlarındaki zamansal ve mekansal değişimlerin toprak oluşumuna etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Gözükara, G., Altunbaş, S., Sari, M. (2019a). Mekansal değişimin alüvyial fanlar üzerinde oluşan toprakların özelliklerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3): 425-435.
- Gözükara G, Altunbaş S, Sarı M (2019b). Burdur Gölü'ndeki seviye değişimleri sonucunda ortaya çıkan lakustrin materyalin zamansal ve mekansal değişimi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(3): 386-396.
- Gülle, I., Turna, I.I., Güçlü, S.S., Gülle, P., Güçlü, Z. 2010. Zooplankton seasonal abundance and vertical distribution of highly alkaline Lake Burdur, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 10: 245–254.
- Fox, R.L., Olson, R.A. and Rhoades, H.F. (1964). Evaluating the sülfür status of soil by plants and soil test. *Soil Sci, Soc. Am. Proc*, 28,243-246.
- Furquim, S.A.C., Santos, M.A., Vidoca, T.T., Babino, M.A. ve Cardoso, E.L. (2017). Salt-affected soils evolution and fluvial dynamics in the Pantanal wetland, Brazil. *Geoderma*, 286, 139–152.
- Jackson, M. C. (1967). Soil chemical analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Jenkins, D.A. ve Jones, R.G.W. (1980). Trace Elements in Rock, Soil, Plant and Animal: Introduction. In: Davies, B.E. (Ed), *Applied Soil Trace Elements*. John Wiley and Son Ltd., pp. 1-20.
- Johnson, C.M. ve A. Ulrich (1959). II. Analytical methods for use in plant analysis. California Agriculture Experiment Station. Bull. 766.
- Karaman, M. E. (1990). Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 33, 57 - 67.
- Kacar, B. (1995). Bitki ve toprağın kimyasal analizler: III. Toprak Analizleri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3.
- Kahraman, N. (2013). Water receding in Burdur Lake and solution proposals. 3rd
- Keskin, M.E., Taylan E.D. and Aslanbaş T. (2015). Eğirdir ve Burdur Gölleri su seviyelerinde olası azalma eğilimleri. 4. Su Yapıları Sempozyumu. Antalya.
- Kış, M., Erol, O., Şenel, S. ve Ergin, M. (1998). Preliminary results of radiocarbon dating of coastal deposits of the pluvial lake of Burdur, Turkey. *Journal of Islamic Academy of Sciences*, 2, 37–40.
- Mutlu, H.H. (2010). Eski konya gölü kuvaterner terasları üzerinde oluşan toprakların jeokimyasal özellikleri ve ayrışma oranları. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Owliaie, H., Ghiri, M.N. ve Shakeri, S. (2018). Soil-landscape relationship as indicated by pedogenesis data on selected soils from Southwestern, Iran. *Eurasian Journal of Soil Science*, 7(2), 167-180.
- Rhoades, J.D., Kandiah, A. ve Mashali, M.A. (1992). The Use of saline waters for crop production. FAO irrigation and Drainage paper. 48. Rome.
- Rhoades J.D. (2012). Diagnosis of Salinity Problems and Selection of Control Practices: An Overview. In: Wallender WW., Tanji K.K. (Eds.) *Agricultural Salinity Assessment and Management*. *American Society of Civil Engineers*, USA.
- Sarı, M., Altunbaş, S., Sönmez, N.K. ve Emrahoğlu, E.I. (2003). Farklı fizyografik üniteler üzerinde yer alan eski Manay göl alanı topraklarının özellikleri ve potansiyel üretkenlikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 7-17.
- Sarı, M. (2015). Taşınmış ana materyal ile yer şekilleri arasındaki ilişkiler. (Ed. Şenol S., Küsek G., Sarı M., Kurucu Y.) *Toprak Etüd Haritalama El Kitabı*. Ankara. S.52-109.
- Sarp, G. ve Ozelik, M. (2017). Water body extraction and change detection using time series: A case study of Lake Burdur, Turkey. *Journal of Taibah University for Science*, 11, 381–391.
- Soil Survey Division Staff. (1993). *Soil Survey Manual*. USDA Handbook 18, US Gov. Print. Washington DC.
- Soil Survey Laboratory Manuel. (2004). *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. USDA Natural Resources Conservation Service. Soil Survey Investigations Report No 42. Washington D.C., USA.
- Soil Survey Manuel. (2017). United states department of agriculture. *Agriculture handbook*. No:18.
- Şener, E. ve Morova N. (2011). Modeling of water level changing of burdur lake with fuzzy logic and linear regression analysis. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1),60-66.
- Şenol, S. (2015). *Toprak Etüd Haritalama El Kitabı*. (Ed. Şenol S., Küsek G., Sarı M., Kurucu Y.). Ankara. S.1-25.
- Tudryn, A., Tucholka P., Özgür N., Gibert E., Elitok O., Kamaci Z., Massault M., Poisson A. ve Platevoet B. (2013). A 2300-year record of environmental change from SW Anatolia, Lake Burdur, Turkey. *J Paleolimnol*, 49, 647-662.



Mısır fasulye karışık ekim sistemlerinde farklı ekim şekillerinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi

The effects of different sowing patterns and of corn-beans intercropping systems on yield and yield components

Engin TAKIL^{1*}, Nihal KAYAN¹, Yasin ALTAY²

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Eskişehir

To cite this article:

Takıl, E., Kayan, N. & Altay, Y. (2020). Mısır fasulye karışık ekim sistemlerinde farklı ekim şekillerinin verim ve verim unsurları üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(1): 111-125.
DOI:10.29050/harranziraat.623989

Address for Correspondence:

Engin TAKIL

e-mail:

etakil@ogu.edu.tr

Received Date:

24.09.2019

Accepted Date:

24.02.2020

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Araştırma 2016-2017 yıllarında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlalarında karışık ekim sisteminde farklı sıra üzeri mesafelerde yetiştirilen mısır ve fasulye’de bazı verim ve verim öğelerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Göynük-98 fasulye çeşidi ile SY Miami mısır çeşidinin materyal olarak kullanıldığı araştırmada; mısır için 20 ve 40 cm, fasulye için ise 10 ve 20 cm sıra üzeri mesafeler ile yalın mısır ve fasulye yanında alternatif olarak M-F-M-F, M-F-F-M ve F-M-M-F karışık ekimleri denenmiştir. Sonuç olarak; hem mısır hem de fasulye için önemli verim öğeleri bakımından seyrek ekimler daha iyi sonuç vermiş ancak tane verimi sık ekimlerde daha yüksek olmuştur. Ekim sistemleri bakımından ise mısır ve fasulye için önemli verim öğeleri karışık ekimlerde yüksek değerler gösterirken tane verimi yalın ekimlerde daha yüksek olmuştur. Mısırdaki M-F-F-M, fasulyede ise F-M-M-F karışık ekim sistemleri verim öğeleri bakımından en iyi sistemler olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karışık ekim, Mısır, Fasulye, Verim, Verim öğeleri

ABSTRACT

This research was conducted at Applying Research Area, Faculty of Agriculture, University of Eskişehir Osmangazi in 2016 and 2017. The purpose of this study was to identify the effects of different sowing patterns on corn-beans intercropping systems. The field experiment was arranged in randomized complete block design with three replications. Goynuk-98 for bean and SY Miami for corn were used as research materials. 20 and 40 cm row spaces for corn and 10 and 20 cm row spaces for bean and sole corn, sole bean, corn-bean-corn-bean, corn-bean-bean-corn and bean-corn-corn-bean intercropping systems were examined in research. According to results; wide row spacings were better than narrow row spacings for important yield components both corn and beans but grain yield was higher in narrow row spacing. Intercropping systems were better than sole systems for important yield components both corn and beans but grain yield was higher in sole system. Corn-bean-bean-corn for corn and bean-corn-corn-bean for bean were determined as the best intercropping systems according to yield components.

Key Words: Intercropping, Corn, Bean, yield, Yield components.

Giriş

Dünyada ve yurdumuzda işlenebilir tarım alanlarının artırma olanaklarının çok fazla

olmaması ve hızlı nüfus artışı, tarımla uğraşanları eldeki tarım arazisinden maksimum miktarda yararlanma yollarını aramaya başlamışlardır. Bunlardan biri birlikte ekim sistemidir. Karışık

ekim ile birim alandan daha çok ve dengeli ürün elde etmek ve yabancı otlarla rekabeti arttırmak için karışık ekim önerilmektedir (Acar ve ark., 2006).

Aynı alanda ve aynı zamanda birden fazla bitkinin birlikte yetiştirilmesi olarak tanımlanan (Ofori ve Stern, 1987) karışık ekim, sürdürülebilir tarım teknikleri içerisinde yer alan (Bauman ve ark., 2002) çeşitlendirilmiş bir tarım tekniğidir. Eş zamanlı iki bitkinin birlikte yetiştirilmesinin en belirgin üstünlüğü, toplam ürün kaybı ya da fiyat düzensizliğinden kaynaklanan riskleri önemli düzeyde azaltması ve birim alandan elde edilen toplam üründeki artışlardır (Francis, 1986).

Karışık ekimdeki amaç bitkiler arasındaki yararlı biyolojik etkileşimlerin oluşturulmasıdır. Baklagiller kullanılarak biyolojik azot fiksasyonu yoluyla toprak verimliliğini geliştirebilir ve yalın ekime göre toprağın korunumu daha iyi sağlanır. Karışık ekimde ekolojik kaynaklar daha iyi kullanılabilen ve yalın ekime göre çok daha üstün verim elde edilebilmektedir. Fakat karışık ekimde bitkiler tür içi ve türler arasında su, ışık ve besin maddesi bakımından bir rekabet bulunmaktadır. Bu yüzden karışık ekimden beklenen faydanın elde edilebilmesi için uygun tür, çeşit ve uygun karışımların belirlenmesi gereklidir (Lithourgidis ve ark., 2011).

Ogindo ve Walker (2005), karışık ekim sisteminin, kısa bir sürede yüksek yaprak alanı indeksine ve daha fazla yaprak alanına ulaşabildiği için toprakta suyunu büyük oranda muhafaza ettiğini bildirmişlerdir. Tsubo ve ark. (2005) Güney Afrika Cumhuriyeti'nde yaptıkları çalışmada, mısır-fasulye karışık ekiminde, mısır veriminin olumsuz yönde etkilenmediğini saptamışlardır. Çiftçi ve ark. (2006) Gevaş-Van koşullarında fasulye ve mısırın karışık ekiminde en iyi ekim düzenlemesinin 2F+2M olduğunu ortaya

koymuşlardır. Çam ve Yılmaz (2008), Gürgentepe-Ordu koşullarında yürüttükleri çalışmalarında mısırın fasulye ile karışık ekiminde koçanda tane sayısının, koçan veriminin artış göstermesinin fasulyenin azot katkısından olabileceğini bildirmişlerdir. Dimitrios ve ark. (2010) mısırla baklagillerin karışık ekiminin, yabancı ot yoğunluğunu tek başına ekilen mısıra göre önemli bir oranda azalttığını, bu azalmanın yabancı otların aldığı ışığın azalmasından kaynaklanabileceğini belirtmektedirler.

Ülkemizde mısır baklagil birlikte yetiştiriciliği özellikle Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak yapılmaktadır. Orta Anadolu Bölgesinde ise pek yaygın değildir. Bu amaçla Eskişehir ekolojik koşullarında karışık ekim sisteminde farklı sıra üzeri mesafelerde yetiştirilen mısır ve fasulye'de bazı verim ve verim ögeleri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Bu araştırma 2016-2017 yılları bitki yetiştirme döneminde, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlalarında yürütülmüştür. Eskişehir, Orta Anadolu Bölgesinin Batı Geçit kuşağında yer alıp, denizden yüksekliği 798 metredir. Denemenin kurulduğu bölge, 30° 28' Doğu boylamı ile 39° 45' Kuzey enlemlerinde bulunmaktadır. Deneme alanından toprak analizi için örnekler alınmış T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş, Toprak-Su Analiz Laboratuvarında analizleri yapılmıştır. (Anonim, 2017). Toprak analizi sonuçlarına göre; deneme alanının birinci yılında toprak tınlı iken ikinci yılda killi-tınlı bünyeye sahip olmuştur. Araştırma alanları toprakları her iki yılda da nötr, organik maddesi az, tuzsuz, orta derecede fosforlu ve potasyum seviyesi yüksek, kireç yönünden zengin düzeydedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Table 1. Some physical and chemical properties of soil at the experimental area.

Yıl	Derinlik (cm)	Bünye	pH	Kireç (%CaCO ₃)	Tuzluluk (%)	Organik Madde (%)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)
Years	Depth (cm)	Structure	pH	Lime (%CaCO ₃)	Salinity (%)	Organic matter (%)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)
2016	0-30	Tınlı Loam	7.62	20.39	0.060	1.76	84.9	1125.0
2017	0-30	Killi-tınlı Clay-loam	7.58	2.09	0.073	1.41	108.9	1944.6

Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen, uzun yıllar ve araştırmanın yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü 2017 yılı bitki büyüme döneminde yağışın uzun yıllar

ortalamasına göre yüksek olduğu, birinci yılda ise bölgenin uzun yıllar ortalamasına yakın bir yağış alındığı görülmektedir. Aylık ortalama sıcaklık ve nispi nem değerleri ise her iki yılda da uzun yıllar ortalamasına yakın değerler göstermiştir.

Çizelge 2. Deneme alanına ait iklim verileri.
Table 2. Climatic data of the research area.

Aylar Months	Yağış (mm) Rainfall (mm)			Sıcaklık (°C) Temperature (°C)			Nispi nem (%) Relative humidity (%)		
	2016	2017	UY	2016	2017	UY	2016	2017	UY
Mayıs May	44.4	50.8	42.6	14.1	14.4	15.0	74.2	73.2	69.8
Haziran June	7.0	44.8	34.7	21.0	19.1	19.4	62.1	73.4	66.9
Temmuz July	12.0	13.4	5.2	22.8	23.1	22.4	58.3	59.5	62.1
Ağustos August	26.4	31.4	17.7	22.8	22.0	22.4	66.0	67.3	64.1
Eylül September	31.1	2.6	18.0	17.8	19.6	17.7	67.1	57.0	68.1
Ort. Mean				19.7	19.6	19.3	65.5	66.0	66.2
Toplam Total	120.9	143.0	118.2						

Çizelge 3. Araştırmada uygulanan farklı ekim sistemleri

Table 3. Different sowing systems at the research

Ekim sistemleri Sowing systems	Sıra üzeri (cm) Row spaces (cm)		m ² de bitki sayısı (adet) ₂ Number of plants per m ²	
	Mısır Corn	Fasulye Bean	Mısır Corn	Fasulye Bean
Yalın mısır Sole corn	20	-	7	-
Yalın fasulye Sole bean	-	10	-	28
Yalın mısır Sole corn	40	-	4	
Yalın fasulye Sole bean	-	20		14
M-F-M-F C-B-C-B	20	10	7	14
M-F-M-F C-F-C-B	40	20	4	7
M-F-F-M C-B-B-C	20	10	7	14
M-F-F-M C-B-B-C	40	20	4	7
F-M-M-F B-C-C-B	20	10	7	14
F-M-M-F B-C-C-B	40	20	4	7

M-F-M-F: Mısır-Fasulye-Mısır-Fasulye, M-F-F-M: Mısır-Fasulye-Fasulye-Mısır, F-M-M-F: Fasulye-Mısır-Mısır-Fasulye
C-B-C-B: Corn-Bean-Corn-Bean, C-B-B-C: Corn-Bean-Bean-Corn, B-C-C-B: Bean-Corn-Corn-Bean

Araştırmada Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen Göynük-98 fasulye çeşidi ile Syngenta firmasından temin edilen SY Miami mısır çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Yalın ekimlerde mısır 70 cm sıra aralığında olacak şekilde 4 sıra halinde, fasulye ise 35 cm sıra arası olacak şekilde 8 sıra olarak ekilmiştir. Denemede

parsel boyutları, 4 m x 2.8 m= 11.2 m² olacak şekilde planlanmıştır. Araştırmada, yalın mısır ve fasulye ekimleri ile birlikte karışık ekim sistemleri farklı sıra üzeri mesafelerde denenmiştir. Denemede uygulanan ekim sistemleri Çizelge 3'de verilmiştir. Ekim 13 Mayıs 2016 ve 3 Mayıs 2017 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Her iki yılda da ekimden önce taban gübre olarak, yalın ekilen fasulye parselleri hariç, geri kalan tüm parsellere

10 kg/da N, 10 kg/da P₂O₅ ve 10 kg/da K₂O gelecek şekilde kompoze (15-15-15) gübresi verilmiştir. Yalın ekilen fasulye parsellerine ise dekara 14 kg olacak şekilde, DAP (Diamonyum fosfat) gübresi, ekim ile birlikte uygulanmıştır.

İhtiyaç görüldüğü zamanlarda denemeler, yağmurlama sulama yöntemiyle, sulanmış ve yabancı ot kontrolü yapılmıştır. Denemenin ilk yılında, fasulye hasadı 25 Eylül 2016 tarihinde mısır hasadı ise 20 Kasım 2016 tarihinde gerçekleştirilirken; ikinci yıl, fasulye hasadı 13 Eylül 2017 mısır hasadı ise 5 Kasım 2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Parsel başlarından 50 cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak atılarak geri kalan alan hasat alanı olarak belirlenmiştir.

Mısır için hasat olgunluğu döneminde her parselden tesadüfi olarak 5 bitki seçilerek bitkide koçan sayısı belirlenmiştir. Her parselden seçilen 5 koçanda ise koçan ağırlığı, koçan uzunluğu, koçanda sıra sayısı, koçanda tane sayısı, koçanda tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı ve bin tane ağırlığı belirlenmiştir. Hasat edilen parsellerdeki koçanlardan elde edilen taneler % 15 tane nemine göre düzeltilerek tane verimi bulunmuştur (Wilhelm ve ark., 1985). Fasulyede ise hasat olgunluğu döneminde her parselden tesadüfi olarak 5 bitki seçilerek bitkide biyolojik verim, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, baklada tane sayısı ve bitkide tane verimi belirlenmiştir. Seçilen 5 bitkinin baklaları arasından tesadüfi olarak seçilen 5 baklanın uzunlukları ölçülerek bakla uzunluğu saptanmıştır. Her parsel ayrı ayrı elle hasat edilerek biyolojik verim ve daha sonra harmanlanarak tane verimi tespit edilmiştir. Biyolojik verimin tane verime oranlanmasıyla hasat indeksi; tane verimi için harmanlanmış olan tanelerden 4 tekrarlamalı olarak yüzer tohum sayılıp tartılarak yüz tane ağırlığı belirlenmiştir (Akçin, 1974). Hem mısır hem de fasulye için her parselden alınan örneklerde Kjeldahl yöntemi kullanılarak azot içerikleri tespit edilmiş (Kaçar, 1972) ve analizler sonucu bulunan azot miktarı 6.25 katsayısıyla çarpılarak tanelerin içerdiği ham protein oranları hesaplanmıştır (Bremner, 1965).

Araştırmadan elde edilen sonuçlar tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre varyans analizi ile değerlendirilmiş, ortalamalar Duncan

testi ile karşılaştırılmıştır. Analizler için MSTAT-C paket programı kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Yalın mısır ve fasulye ekimleri ile birlikte karışık ekim sistemlerinin farklı sıra üzeri mesafelerde denendiği araştırmada mısır için hektolitreye ağırlığı bakımından yıllar ve sıra üzeri mesafeler arasındaki farklılıklar ve yıl x ekim sistemi etkisi dışında interaksyonlar, koçandaki sıra sayısı bakımından yıllar dışındaki etkiler istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Bunların haricinde incelenen tüm özelliklerde yıllar, sıra üzeri ve ekim sistemleri arasındaki farklılıklar önemlidir (Çizelge 4, 5).

Araştırmamızda bitkide koçan sayısı hariç incelenen tüm özelliklerde birinci yıla ait değerler, ikinci yıla oranla daha yüksek olmuştur (Çizelge 4, 5). Araştırmanın ikinci yılında mısır bitkisinin tane doldurma dönemine denk gelen Eylül ayı sıcaklıkları, birinci yıla oranla daha yüksek ancak nispi nem hayli düşük olmuştur (Çizelge 2). Sönmez ve Kınacı (2014) mısırdaki döllenme ve tane gelişim dönemlerinde yaşanan yüksek sıcaklıkların döllenmeden sonra tane dolum döneminin kısalmasına neden olduğu için koçan ağırlığının daha az olabileceğini bildirmektedirler. Benzer şekilde Moosavi (2012) yaptığı çalışmada stresin koçan çapını düşürdüğünü rapor etmiş ve söz konusu düşüşü stres altında oluşan düşük asimilat birikimine bağlamıştır. Akarken (2016) yüksek sıcaklığın tanede koçan sayısını azalttığını bildirirken, Sun ve ark. (2013) mısırdaki yüksek sıcaklığa bağlı olarak bin tane ağırlığının azaldığını kaydetmişlerdir. Tekkanat ve Soylu (2005) mısırdaki protein oranının yetiştirme tekniğine, çeşide, toprak ve iklim şartlarına göre de değiştiğini bildirmektedirler. Mısırdaki verim ve önemli verim öğeleri üzerine iklim koşulları ve yetiştirme teknikleri etkilidir (Kuşvuran ve Nazlı, 2014). İkinci yıl yaşanan yüksek sıcaklıklar önemli verim öğelerini olumsuz etkileyerek tane veriminin de daha düşük olmasına neden olmuş olabilir. Mısırdaki seyrek yapılan ekimlerde incelediğimiz tüm özellikler daha yüksek değerler gösterirken tane verimi sık ekimlerde daha yüksek olmuştur (Çizelge 4, 5).

Çizelge 4. Farklı ekim sistemleri ve ekim şekillerinin mısırdaki incelenen bazı özelliklere etkisi

Table 4. Effects of different sowing systems and forms on some traits of corn

Genotipler Genotypes	B.K.S. N.S.P.	K.A. (g) S.W. (g)	K.U. (cm) S.U. (cm)	K.S.S. N.O.S.	K.T.S. N.S.S.	K.T.A. (g) S.W.S. (g)
2016	1.17 B	357.10 A	20.88 A	16.95 A	676.45 A	292.12 A
2017	1.21 A	262.79 B	18.41 B	16.17 B	601.49 B	241.34 B
Ortalama Mean	1.19	309.94	19.64	16.56	638.97	266.73
20 cm	1.13 B	293.36 B	19.12 B	16.36	610.46 B	250.14 B
40 cm	1.25 A	326.54 A	20.17 A	16.76	667.48 A	283.32 A
Ortalama Mean	1.19	309.94	19.64	16.56	638.97	266.73
Yalın mısır Sole corn	1.04 C	272.28 D	18.47 D	16.68	605.98 C	229.62 D
M-F-M-F	1.21 B	320.75 B	19.95 B	16.90	650.61 B	281.13 B
C-B-C-B	1.28 A	354.38 A	21.31 A	16.58	685.91 A	303.75 A
M-F-F-M	1.21 B	292.39 C	18.85 C	16.09	613.38 C	252.43 C
C-B-B-C	1.19	309.94	19.64	16.56	638.97	266.73
F-M-M-F						
B-C-C-B						
Ortalama Mean						
Yıllar Years	*	**	**	*	**	**
Sıra Üzeri Row spaces	**	**	**	öd	**	**
Ekim sistemleri Sowing systems	**	**	**	öd	**	**
Yıl x sıra üzeri Year x row spaces	**	*	**	öd	**	**
Yıl x ekim sist. Year x sowing systems	**	**	**	öd	**	**
Sıra ü. x ekim s. Row spa. x sowing sys.	**	**	**	öd	**	**
Yıl x sıra ü. x ekim s. Year x row s.x sow. sy.	öd	**	**	öd	**	**

öd: önemli değil, *:P≤ 0.05, **:P≤0.01, B.K.S. Bitkide kaçan sayısı, K.A.: Kaçan ağırlığı, K.U.: Kaçan uzunluğu, K.S.S.: Kaçanda sıra sayısı, K.T.S.: Kaçanda tane sayısı, K.T.A.: Kaçanda tane ağırlığı, M-F-M-F: Mısır-Fasulye-Mısır-Fasulye, M-F-F-M: Mısır-Fasulye-Fasulye-Mısır, F-M-M-F: Fasulye-Mısır-Mısır-Fasulye
N.S.P.: Number of stubs per plant, S.W.: Stub weight, S.U.: Stub length, N.O.S.: Number of order per stub, N.S.S.: Number of seed per stub, S.W.S.: Seed weight per stub, C-B-C-B: Corn-Bean-Corn-Bean, C-B-B-C: Corn-Bean-Bean-Corn, B-C-C-B: Bean-Corn-Corn-Bean

Çizelge 5. Farklı ekim sistemleri ve ekim şekillerinin mısırdaki incelenen bazı özelliklere etkisi

Table 5. Effects of different sowing systems and forms on some traits of corn

Genotipler Genotypes	H.A. (kg/100 lt) H.W. (kg/100 lt)	B.T.A. (g) T.K.W. (g)	T.V. (kg/ha) G.Y. (kg/ha)	P.O. (%) P.R. (%)
2016	62.83	430.50 A	1242.92 A	7.24 A
2017	62.70	400.45 B	989.92 B	7.14 B
Ortalama Mean	62.76	415.47	1116.42	7.19
20 cm	62.58	408.04 B	1412.17 A	6.99 B
40 cm	62.95	422.91 A	820.67 B	7.39 A
Ortalama Mean	62.76	415.47	1116.42	7.19
Yalın mısır Sole corn	61.83 B	378.16 D	1572.25 A	6.61 D
M-F-M-F	63.00 AB	432.75 B	924.92 C	7.28 C
C-B-C-B	62.33 AB	441.33 A	1065.67 B	7.37 B
M-F-F-M	63.91 A	409.66 C	902.83 C	7.51 A
C-B-B-C	62.76	415.47	1116.42	7.19
F-M-M-F				
B-C-C-B				
Ortalama Mean				
Yıllar Years	öd	**	**	**
Sıra Üzeri Row spaces	öd	**	**	**
Ekim sistemleri Sowing systems	*	**	**	**
Yıl x sıra üzeri Year x row spaces	öd	**	**	**
Yıl x ekim sist. Year x sowing systems	**	**	**	**
Sıra ü. x ekim s. Row spa. x sowing sys.	öd	**	**	**
Yıl x sıra ü. x ekim s. Year x row s.x sow. sy.	öd	**	**	**

öd: önemli değil, *:P≤ 0.05, **:P≤0.01, H.A.: Hektolitre ağırlığı, B.T.A.: Bin tane ağırlığı, T.V.: Tane verimi, P.O.: Protein oranı, M-F-M-F: Mısır-Fasulye-Mısır-Fasulye, M-F-F-M: Mısır-Fasulye-Fasulye-Mısır, F-M-M-F: Fasulye-Mısır-Mısır-Fasulye
H.W.: Hektoliter weight, T.K.W.: Thousand kernel weight, G.Y.: Grain yield, P.R.: Protein ratio, C-B-C-B: Corn-Bean-Corn-Bean, C-B-B-C: Corn-Bean-Bean-Corn, B-C-C-B: Bean-Corn-Corn-Bean

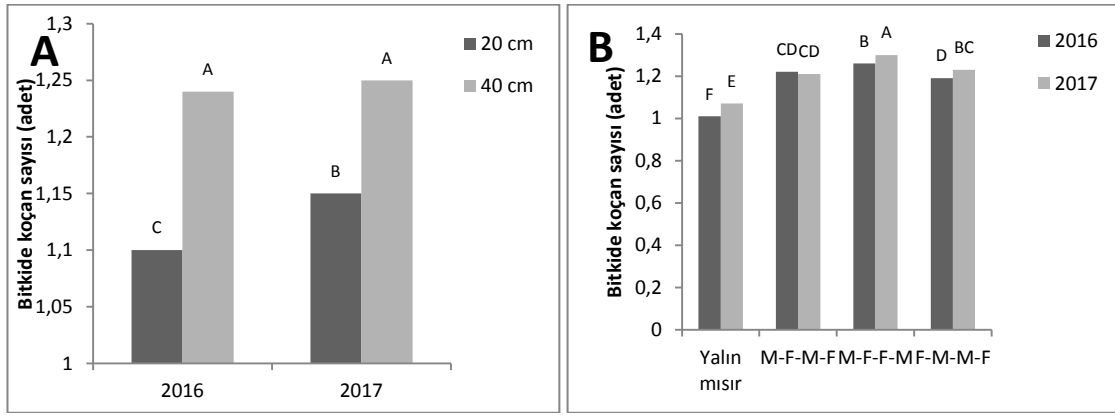
Hassan (2000), sık ekimlerde bitki başına düşen gelişme alanının azaldığını ve dolayısıyla bitkiler arasında besin elementi, ışık ve su bakımından artan rekabeti artırdığını kaydetmiştir. Bu nedenle önemli verim öğeleri seyrek ekimlerde daha yüksek çıkmış olabilir. Mısır ile yapılmış diğer çalışmalarda en yüksek koçan uzunluğu, koçanda tane sayısı, koçan ağırlığı, bitkide koçan sayısı seyrek ekimlerde elde edilmiştir (Cesurer ve ark., 1995; Turgut ve ark., 1997; Turgut, 2000; Öktem ve ark., 2001; Alıcı, 2005; Saruhan ve Şireli, 2005; Yılmaz, 2005; Kara ve Kırtok, 2006; Bhatt, 2012; Moretti, 2012).

Bizim sonuçlarımızla benzer olarak Akgün ve Burcu (2018), ekim sıklığı arttıkça mısırdaki protein oranının azaldığını bildirmektedirler. Araştırmamızda sık ekimlerde tane verimi daha yüksek olmuştur. Birim alanda daha fazla sayıda bitki olması, dekara koçan veriminin de daha yüksek olmasına neden olmuştur. Birim alanda net fotosentez miktarının fazla olması, daha fazla kuru madde üretilmesine neden olmuş ve dekara tane verimi sık ekimlerde daha fazla olmuştur. Mohammadi ve Alikhanı (2007), Farhadi et al. (2009) ve Bhatt (2012) ekim sıklığı arttıkça koçan veriminin de arttığını bildirilmişlerdir.

Araştırmamızda en yüksek tane verimi yalnız mısır ekimlerinden elde edilirken, hektolitreye ağırlığı ve protein oranı en yüksek fasulye-mısır-mısır-fasulye (F-M-M-F) karışık ekimlerinde belirlenmiştir. Geri kalan tüm önemli verim öğeleri ise mısır-fasulye-fasulye-mısır (M-F-F-M) karışık ekimlerinde en yüksek değerleri göstermiştir. Koçan ağırlığı ve uzunluğu, koçanda tane sayısı ve tane ağırlığı M-F-F-M karışık ekiminde daha yüksek çıkmıştır. Bu ekim sisteminde mısırlar birbirine uzak mesafede olduğundan bitkiler güneş ışığından daha fazla yararlanmış ve böylelikle koçanlar daha iyi gelişme imkanı bulmuşlardır. Bu özelliklere ait en düşük değerler yalnız mısır ekimlerinden elde edilmiştir. Işık yetersizliğine bağlı olarak, fotosentez ürünlerinin azalması koçana daha az karbonhidrat gelmesine neden olmuştur (Pekşen, 1998). Tiryaki (2001) karışık ekim sistemlerinde en yüksek koçan uzunluğunu saptadığını bildirirken,

Öner ve Aykutlu (2017) koçanda tane sayısı ve bin tane ağırlığını karışık ekimlerde yalnız ekimlere oranla daha yüksek bulduklarını bildirmektedirler. Araştırmamızda önemli verim öğelerinin aksine tane verimi en yüksek yalnız ekimlerde belirlenmiştir. Tiryaki ve ark. (2004), Geren ve ark. (2007), Öner ve Aykutlu (2017) mısırdaki tane veriminin yalnız ekimlerde karışık ekimlere oranla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Rao ve Willey (1983) karışık ekimlerde bitkilerin kök bölgesinin birbirine olan yakınlığına bağlı olarak kök bölgesinde yaşanan türler arası rekabetin artması sonucunda karışık ekimlerde tane veriminin yalnız ekimlere oranla daha düşük olabileceğini bildirmektedirler. Araştırmamızda mısırdaki karışık ekimler ve yalnız ekimlerde m²'de bitki sayımız aynı olmasına rağmen, yalnız ekimlerin tane veriminin yüksek olmasının sebebinin karışık ekimlerdeki rekabet olabileceği düşünülmektedir (Çizelge 3). Buna karşılık, Muoneke ve ark. (2007) mısırın tane veriminin karışık ekimlerde daha yüksek olduğunu bildirmektedirler. Bu durum, denemelerde kullanılan çeşitlerin ve ekim sistemlerinin farklılığından kaynaklanmış olabilir. Araştırmamızda karışık ekim sistemlerinde daha yüksek tanede protein oranı saptanmıştır. Başçıftçi (2012) mısır-fasulye karışık ekiminde mısırdaki protein oranının karışık ekim sistemlerinde yalnız ekimlere oranla daha yüksek olduğunu, bunun nedeninin ise fasulyenin azot desteğinin olabileceğini bildirmiştir.

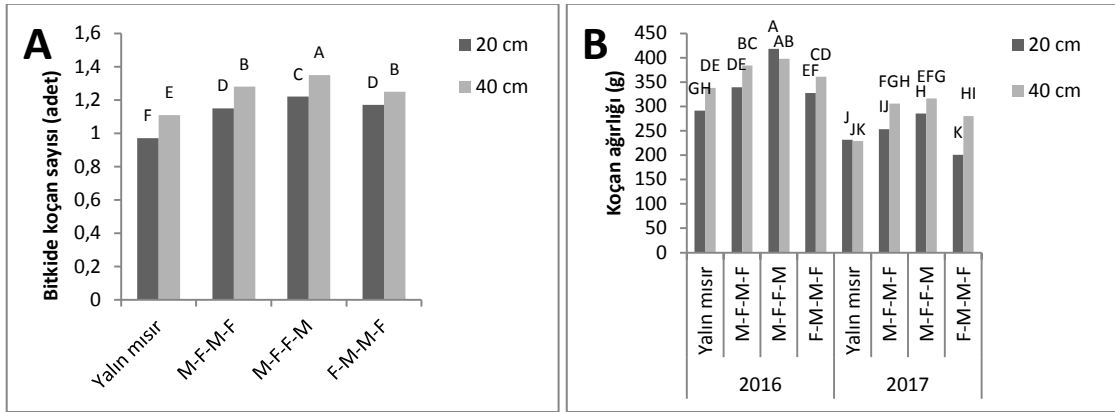
Bitkide koçan sayısı bakımından, 20 cm sıra üzeri mesafeye ekilen bitkiler ikinci yıl yüksek değerler gösterirken, birinci yıl daha düşük değerler göstermişlerdir (Şekil 1A). Bu farklı tepkiler yıl x sıra üzeri interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Bitkide koçan sayısı bakımından mısır-fasulye-mısır-fasulye (M-F-M-F) karışık ekim sistemi ikinci yıl daha düşük değerler gösterirken, diğer ekim sistemlerinde ikinci yıl daha yüksek değerler göstermiştir (Şekil 1B). Hektolitreye ağırlığı ise M-F-M-F karışık ekim sisteminde ikinci yılda yüksek çıkarken, diğer sistemlerde ikinci yılda daha düşük değerler göstermiştir (Şekil 4B).



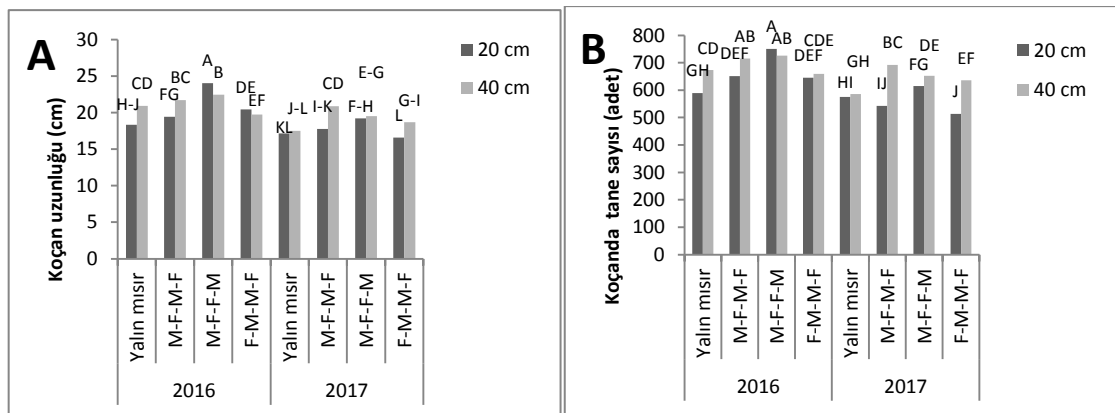
Şekil 1. Mısırdaki bitkide koçan sayısı (A, B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait etkileşimler. Her çubuktaki harfler $P < 0.01$ 'deki önem seviyesini temsil eder
 Figure 1. The interactions of corn- bean intercropping systems on number of stubs per plant (A,B). Letters on each bar represent significance level at $P < 0.01$

Yıl x ekim sistemleri etkileşimlerinin önemli çıkmasının nedeni bu farklı tepkiler olabilir. Bitkide koçan sayısı bakımından tüm karışık ekim sistemleri ve yalın ekimde 20 cm sıra üzeri mesafe ile ekilen bitkiler düşük değerler gösterirken, 40

cm sıra üzeri mesafe ile ekilen bitkiler daha yüksek değerler göstermiştir. Sıra üzeri x ekim sistemleri etkileşiminin önemli çıkmasının nedeni bu farklı tepkiler olabilir (Şekil 2A).



Şekil 2. Mısırdaki bitkide koçan sayısı (A) ve koçan ağırlığı (B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait etkileşimler. Her çubuktaki harfler $P < 0.01$ 'deki önem seviyesini temsil eder.
 Figure 2. The interactions of corn- bean intercropping systems on number of stubs per plant (A) and stub weight (B). Letters on each bar represent significance level at $P < 0.01$



Şekil 3. Mısırdaki koçan uzunluğu (A) ve koçanda tane sayısı (B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait etkileşimler. Her çubuktaki harfler $P < 0.01$ 'deki önem seviyesini temsil eder.
 Figure 3. The interactions of corn- bean intercropping systems on stub length (A) and number of seeds per stub (B). Letters on each bar represent significance level at $P < 0.01$

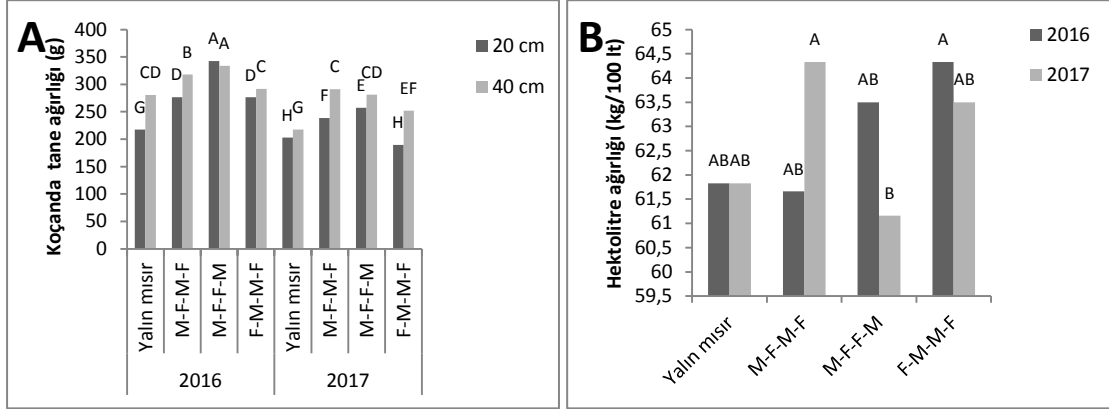
Karışık ekim sistemlerinde bazı sıra üzeri mesafelerinde koçan ağırlığı bakımından birinci yıl

M-F-F-M dışındaki seyrek ekimler daha yüksek çıkmıştır. Bu tepkilerin yıl x sıra üzeri x ekim

sistemleri interaksiyonlarının önemli çıkmasına neden olduğu söylenebilir (Şekil 2B). Koçan uzunluğu bakımından birinci yıl M-F-F-M ve F-M-M-F dışındaki seyrek ekimler daha yüksek çıkmıştır. Bu tepkiler yıl x sıra üzeri x ekim sistemleri interaksiyonlarının önemli çıkmasına neden olmuş olabilir (Şekil 3A).

Koçanda tane sayısı, koçanda tane ağırlığı ve protein oranı bakımından, birinci yıl M-F-F-M dışında seyrek ekimler daha yüksek çıkmıştır.

Bu tepkilerin yıl x sıra üzeri x ekim sistemleri interaksiyonlarının önemli çıkmasına neden olduğu söylenebilir (Şekil 3B, 4A, 6A).

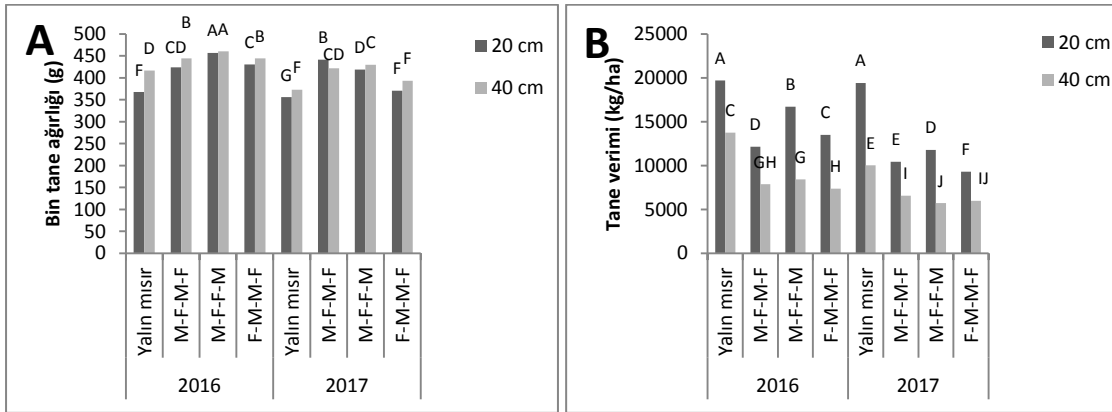


Şekil 4. Mısırdaki koçanda tane ağırlığı(A) ve hektolitre ağırlığı (B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait interaksiyonlar. Her çubuktaki harfler P <0.01'deki önem seviyesini temsil eder.

Figure 4. The interactions of corn- bean intercropping systems on seed weight per stub (A) and hectoliter weight (B). Letters on each bar represent significance level at P < 0.01

Bin tane ağırlığı bakımından, ikinci yıl M-F-M-F dışında seyrek ekimler daha yüksek çıkmıştır. Bu tepkiler yıl x sıra üzeri x ekim sistemleri interaksiyonlarının önemli çıkmasına neden olmuş olabilir (Şekil 5A). Tane verimi bakımından tüm

yıllar ve ekim sistemlerinde sık ekimler daha yüksek değerler gösterirken seyrek ekimler daha düşük değerler göstermiştir. Bu farklı tepkiler yıl x sıra üzeri x ekim sistemleri interaksiyonlarının önemli çıkmasına neden olmuş olabilir (Şekil 5B).

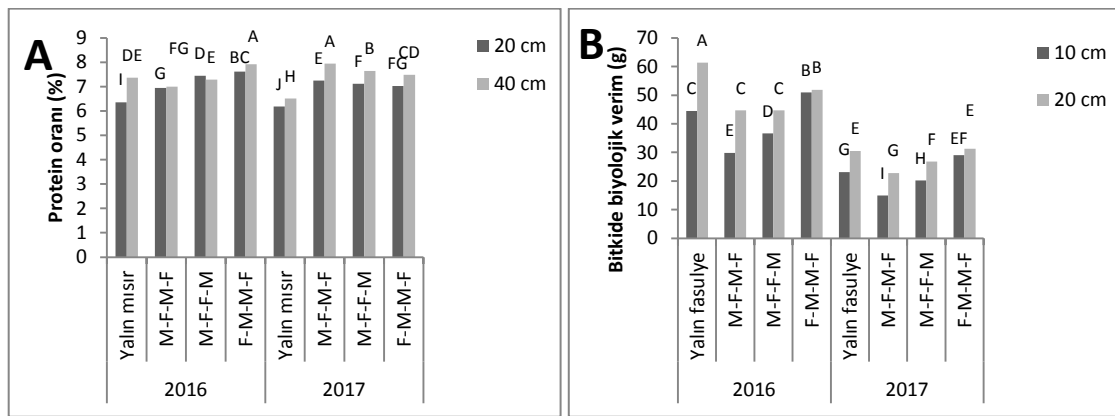


Şekil 5. Mısırdaki bin tane ağırlığı (A) ve tane verimi (B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait interaksiyonlar. Her çubuktaki harfler P <0.01'deki önem seviyesini temsil eder.

Figure 5. The interactions of corn- bean intercropping systems on thousand kernel weight (A) and grain yield (B). Letters on each bar represent significance level at P < 0.01

Fasulye için hasat indeksi bakımından yıllar, sıra üzeri mesafeler ve ekim sistemleri arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda önemsiz bulunurken, baklada tane sayısı bakımından yıl x sıra üzeri interaksiyonu ve yıl x ekim sistemleri interaksiyonu, bakla uzunluğu bakımından yıllar

arasındaki farklılıklar ve yıl x sıra üzeri interaksiyonu ile yıl x ekim sistemleri interaksiyonları önemsiz bulunmuştur. Bunların haricinde incelenen tüm özelliklerde yıllar, sıra üzeri ve ekim sistemleri arasındaki farklılıklar önemlidir (Çizelge 6, 7).



Şekil 6. Mısırdaki protein oranı (A) ve fasulyede bitkide biyolojik verim (B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait etkileşimler. Her çubuktaki harfler P < 0.01'deki önem seviyesini temsil eder.

Figure 6. The interactions of corn- bean intercropping systems on protein ratio of corn (A) and biological yield per plant of bean (B). Letters on each bar represent significance level at P < 0.01

Çizelge 6. Farklı ekim sistemleri ve ekim şekillerinin fasulyede incelenen bazı özelliklere etkisi

Table 6. Effects of different sowing systems and forms on some traits of bean

Genotipler Genotypes	B.B.V. (g) B.Y.P. (g)	B.B.S. N.P.P.	B.T.S. N.S.P.	Baklada T.S. N.S.Pod	B.T.V. (g) S.Y.P.
2016	45.54 A	18.58 A	46.40 A	3.01 A	19.86 A
2017	24.82 B	12.10 B	30.54 B	2.59 B	13.58 B
Ortalama Mean	35.18	15.34	38.47	2.80	16.72
10 cm	39.22 A	14.49 B	34.30 B	2.61 B	14.79 B
20 cm	31.15 B	16.20 A	42.63 A	2.99 A	18.65 A
Ortalama Mean	35.18	15.34	38.47	2.80	16.72
Yalın fasulye Sole bean	39.85 A	14.83 C	42.35 B	3.09 A	19.20 A
M-F-M-F	28.05 C	13.98 D	31.57 D	2.65 B	13.49 C
C-B-C-B	32.07 B	16.52 A	35.40 C	2.45 C	14.93 B
M-F-F-M	40.75 A	16.05 B	44.55 A	3.00 A	19.25 A
C-B-B-C	35.18	15.34	38.47	2.80	16.72
Ortalama Mean	35.18	15.34	38.47	2.80	16.72
Yıllar Years	**	**	**	**	**
Sıra Üzeri Row spaces	**	**	**	**	**
Ekim sistemleri Sowing systems	**	**	**	**	**
Yıl x sıra üzeri Year x row spaces	**	**	**	öd	**
Yıl x ekim sist. Year x sowing systems	**	**	**	öd	**
Sıra ü. x ekim s. Row spa. x sowing sys.	**	**	**	**	**
Yıl x sıra ü. x ekim s. Year x row s. x sow. sy.	**	**	**	*	**

öd: önemli değil, *:P≤ 0.05, **:P≤0.01, B.B.V.: Bitkide biyolojik verim, B.B.S.: Bitkide bakla sayısı, B.T.S.: Bitkide tane sayısı, Baklada T.S.: Baklada tane sayısı, B.T.V.: Bitkide tane verimi, M-F-M-F: Mısır-Fasulye-Mısır-Fasulye, M-F-F-M: Mısır-Fasulye-Fasulye-Mısır, F-M-M-F: Fasulye-Mısır-Mısır-Fasulye

B.Y.P.: Biological yield per plant, N.P.P.: Number of pods per plant, N.S.P.: Number of seeds per plant, N.S. pod: Number of seeds per pod, S.Y.P.: Seed yield per plant, C-B-C-B: Corn-Bean-Corn-Bean, C-B-B-C: Corn-Bean-Bean-Corn, B-C-C-B: Bean-Corn-Corn-Bean

Fasulye için incelediğimiz özelliklerden yüz tane ağırlığı ve protein oranı ikinci yıl daha yüksek değerler gösterirken, diğer önemli verim öğeleri birinci yıl daha yüksek değerler göstermiştir (Çizelge 6, 7). Araştırmanın ikinci yılında vejetasyon döneminde alınan toplam yağış

miktarı birinci yıla oranla yüksek olmuştur (Çizelge 2). Kaçar ve ark. (2004) kuru fasulye çeşitleri ile yürüttükleri araştırmalarının ilk yılında 51.7 g olarak tespit ettikleri yüz tane ağırlığının, kurak ve sıcak geçen ikinci yılda 37.3 g'a gerilediğini belirlemiştir. Her ne kadar fasulye sulanan bir

bitki olsa da araştırmamızda birinci yılın daha kurak geçmesinin yüz tane ağırlığını düşürdüğü düşünülmektedir. Fasulyede incelenen önemli verim öğeleri ve tane verimi birinci yıl ikinci yıla

oranla daha yüksek olmuştur. Araştırmamızın ikinci yılında bitkilerin ilk gelişme dönemleri olan Haziran ayı içerisinde sıcaklıkların birinci yıla oranla daha düşük olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 7 . Farklı ekim sistemleri ve ekim şekillerinin fasulyede incelenen bazı özelliklere etkisi

Table 7. Effects of different sowing systems and forms on some traits of bean

Genotipler <i>Genotypes</i>	B.U. (cm) <i>P.L. (cm)</i>	H.İ.(%) <i>H.I. (%)</i>	Y.T.A.(g) <i>H.K.W. (g)</i>	B.V. (kg/ha) <i>B.Y. (kg/ha)</i>	T.V.(kg/ha) <i>G.Y.(kg/ha)</i>	P.O. (%) <i>P.R. (%)</i>
2016	11.61	43.72	42.79 B	3691.67 A	1598.12 A	24.39 B
2017	11.72	43.78	44.42 A	2592.08 B	1121.29 B	25.55 A
Ortalama <i>Mean</i>	11.66	43.75	43.60	3141.87	1359.70	24.97
10 cm	11.20 B	43.55	43.26 B	3638.75 A	1570.79 A	24.77 B
20 cm	12.13 A	43.96	43.94 A	2645.00 B	1148.62 B	25.18 A
Ortalama <i>Mean</i>	11.66	43.75	43.60	3141.87	1359.70	24.97
Yalın fasulye <i>Sole bean</i>	11.82 B	43.55	45.92 A	5147.50 A	2226.75 A	25.99 A
M-F-M-F	11.64 C	43.82	43.15 B	1989.17 D	857.83 D	24.47 C
C-B-C-B	11.03 D	43.95	42.98 B	2385.00 C	1037.00 C	24.77 B
M-F-F-M	12.18 A	43.69	42.36 C	3045.83 B	1317.25 B	24.66 B
C-B-C-B	11.66	43.75	43.60	3141.87	1359.70	24.97
Ortalama <i>Mean</i>	11.66	43.75	43.60	3141.87	1359.70	24.97
Yıllar <i>Years</i>	öd	öd	**	**	**	**
Sıra Üzeri <i>Row spaces</i>	**	öd	**	**	**	**
Ekim sistemleri <i>Sowing systems</i>	**	öd	**	**	**	**
Yıl x sıra üzeri <i>Year x row spaces</i>	öd	öd	*	**	**	*
Yıl x ekim sist. <i>Year x sowing systems</i>	öd	öd	**	**	**	**
Sıra ü. x ekim s. <i>Row spa. x sowing sys.</i>	**	öd	*	**	**	*
Yıl x sıra ü. x ekim s. <i>Year x row s.x sow. sy.</i>	öd	öd	öd	**	**	öd

öd: önemli değil, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, B.U.: Bakla uzunluğu, H.İ.: Hasat indeksi, Y.T.A.: Yüz tane ağırlığı, B.Y.: Biyolojik verim, T.V.: Tane verimi, P.O.: Protein oranı, M-F-M-F: Mısır-Fasulye-Mısır-Fasulye, M-F-F-M: Mısır-Fasulye-Fasulye-Mısır, F-M-M-F: Fasulye-Mısır-Mısır-Fasulye

P.L.: Pod lenght, H.I.: harvest index, H.K.W.: Hundred kernel weight, B.Y.: Biological yield, G.Y.: Grain yield, P.R.: Protein ratio, C-B-C-B: Corn-Bean-Corn-Bean, C-B-B-C: Corn-Bean-Bean-Corn, B-C-C-B: Bean-Corn-Corn-Bean

Roberts ve Summerfield (1987), fide çıkışından sonraki bitki gelişimi ile hava sıcaklığı arasında olumlu yönde doğrusal bir ilişkinin olduğunu bildirmektedirler. Araştırmamızın ikinci yılında önemli verim öğeleri ve tane verimi bakımından daha düşük değerler elde edilmesinin sebebi olarak ilk gelişme döneminde yaşanan düşük sıcaklıkların olduğu düşünülmektedir. Fasulyede bitkide biyolojik verim, parsel biyolojik ve tane verimi 10 cm aralıkla ekilen parsellerde yüksek olurken incelenen diğer

özellikler 20 cm aralıkla ekilen parsellerde yüksek olmuştur (Çizelge 6, 7). Araştırmamızda bitkide bakla ve tane sayısı, baklada tane sayısı, bitkide tane verimi, bakla uzunluğu ve yüz tane ağırlığı gibi önemli verim öğeleri seyrek ekimlerde daha yüksek bulunmuştur. Bitki sıklığı arttıkça bitkiler ışık ve havadan daha fazla yararlanmak istediğinden rekabete girmekte, dallanmayı azaltmakta ve daha çok boyunu uzatmaktadır. Dallanması az ve cılız olan bitkilerde verim öğelerinin az olması beklenen bir durumdur

(Toğay ve ark., 2006). Birim alanda daha az bitki olduğunda topraktaki besin maddelerinden ve güneş ışığından bitkiler daha fazla yararlanarak tanelerini daha iyi doldurmuş ve yüz tane ağırlığı seyrek ekimlerde daha yüksek çıkmış olabilir (Karakuş ve ark., 2005). Araştırmamızda biyolojik verim ve tane verimi sık ekilen bitkilerde daha yüksek olmuştur. Geniş sıra aralıklarında bitkiler arasındaki rekabet az olmakla birlikte, su, besin elementleri, ışık vb. gibi faktörlerden tam olarak yararlanılmadığı için, toplam kütle üretimi de azalmaktadır (Gökkuş ve ark., 2015). Seyrek ekimlerde tarla boş kalmakta ve birim alan verimi buna bağlı olarak önemli ölçüde düşmektedir (Karakuş ve ark., 2005). Özcan ve Özdemir (1996) fasulyede sıra üzeri mesafe az olunca tane veriminin daha yüksek olduğunu bildirmektedirler.

Fasulyede önemli verim öğeleri karışık ekimlerde en yüksek olurken, baklada tane sayısı, yüz tane ağırlığı, biyolojik verim, tane verimi ve protein oranı yalın ekimlerde en yüksek değeri göstermiştir (Çizelge 6, 7). Pekşen ve ark. (1999) karışımdaki bitkilerin tekli sıralar yerine ikişerli veya çoklu sıralar halinde ekilmesinin baklagil bitkilerine daha fazla ışığın gelmesini sağlayabileceğini bildirmişlerdir. Bizim araştırmamızda da F-M-M-F karışık ekim sisteminde mısırın ışık, besin, su bakımından baklagillere olan rekabetinin daha az olması önemli verim öğelerinin bu düzenlemede daha yüksek çıkmış olmasına neden olmuştur. Tiryaki ve ark. (2004) bitkide bakla sayısının, Başçıftçi (2012) ise bitkide biyolojik verim, bitkide bakla sayısı ve baklada tane sayısının karışık ekimlerde daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir. Tansı (1987) en yüksek bin tane ağırlıklarının saf baklagil ekimlerinden elde edildiğini, baklagil sıralarının arasına giren mısırın rekabetinden (gölge etki, vb) dolayı bin tane ağırlığının olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Mmbaga (1983) ise bazı karışık ekim kombinasyonlarında mısır tanesinin ham protein oranı, kapama ekime göre azaldığını bildirmektedir. Benzer şekilde bizim çalışmamızda da yüz tane ağırlığı ve tanede protein oranı yalın ekimlerde daha yüksektir.

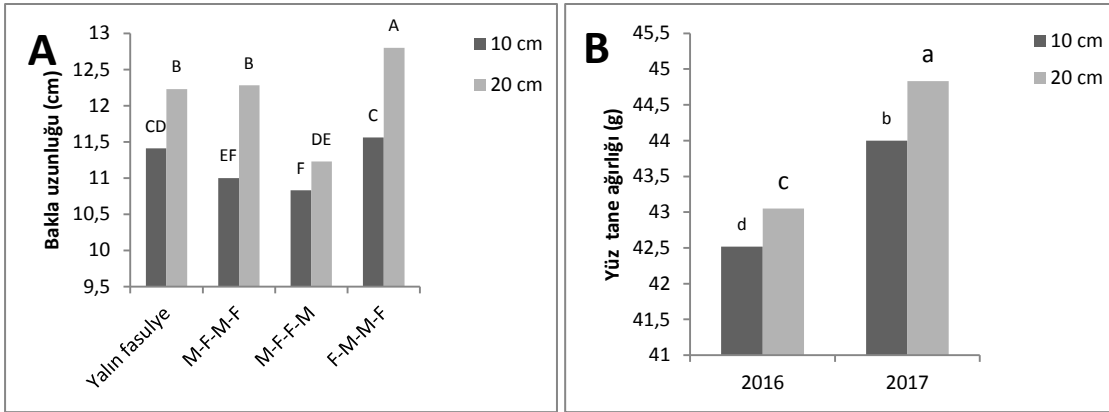
Tansı (1987) karışık ekimlerde mısırın fasulyeye gelen ışığı engellediğini, mısırın baklagillere oranla rekabet gücünün daha yüksek olmasından dolayı yalın ekimlerde tane veriminin daha yüksek çıktığını ve azalan ışığın birlikte üretimde en kritik faktör olduğunu bildirmektedir. Özellikle su ve besin maddesi rekabeti tane verimindeki düşüşün nedeni olabilmektedir. Araştırmamızda m²'deki bitki sayısı yalın ekimlerde, karışık ekimlere oranla yaklaşık iki kattır. Birim alandaki bitki sayısının fazlalığı da yalın ekimlerde tane veriminin yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir (Çizelge 3).

Fasulyede yüz tane ağırlığı ve protein oranı her iki sıra üzeri mesafeyle ekilen bitkilerde ikinci yıl yüksek değerler gösterirken birinci yıl daha düşük değerler göstermişlerdir (Şekil 9B, 12A). Bu farklı tepkiler yıl x sıra üzeri interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. Bakla uzunluğu, yüz tane ağırlığı ve protein oranı tüm karışık ekim sistemlerinde 20 cm sıra üzeri mesafe ile ekilen bitkilerde yüksek değerler gösterirken, 10 cm sıra üzeri ile ekilen bitkilerde daha düşük değerler göstermiştir (Şekil 9A, 10B, 13). Sıra üzeri x ekim sistemleri interaksiyonlarının önemli çıkmasının nedeni bu farklı tepkiler olabilir. Yüz tane ağırlığı ve protein oranı tüm ekim sistemlerinde ikinci yıl yüksek değerler gösterirken, birinci yıl daha düşük değerler göstermiştir (10A, 12B). Bu nedenle yıl x ekim sistemleri interaksiyonları önemli çıkmış olabilir. Bitkide biyolojik verim, bitkide tane sayısı ve bitkide tane verimi bakımından sık ekimler daha düşük değerler gösterirken, seyrek ekimler daha yüksek değerler göstermiştir (Şekil 6B, 7B, 8B). Bu nedenle yıl x sıra üzeri x ekim sistemleri interaksiyonları önemli çıkmış olabilir. Bitkide bakla sayısı bakımından tüm sistemlerde seyrek ekimlerde daha yüksek değerler elde edilirken, F-M-M-F sisteminde her iki yılda da sık ekimlerde yüksek değerler elde edilmiştir (Şekil 7A).

Bu durumun interaksiyonun önemli çıkmasına neden olduğu söylenebilir. Baklada tane sayısı bakımından tüm sistemlerde seyrek ekimlerde daha yüksek değerler elde edilirken, M-F-F-M sisteminde birinci yılda seyrek ekimlerde düşük değerler elde edilmiştir (Şekil 8A). Bu durumun interaksiyonun önemli çıkmasına neden olduğu

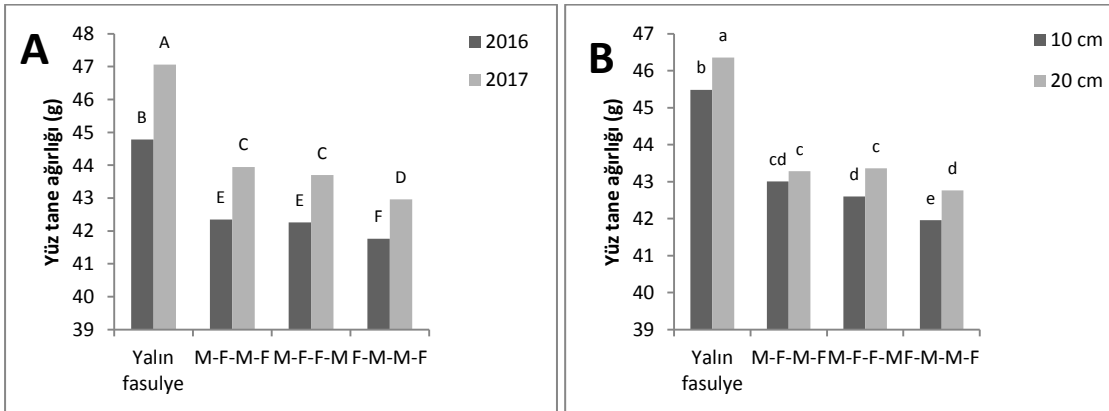
söylenbilir. Biyolojik verim ve tane verimi bakımından sık ekimler daha yüksek değerler gösterirken, seyrek ekimler daha düşük değerler

göstermiştir (Şekil 11AB). Bu nedenle yıl x sıra üzeri x ekim sistemleri interaksiyonları önemli çıkmış olabilir.



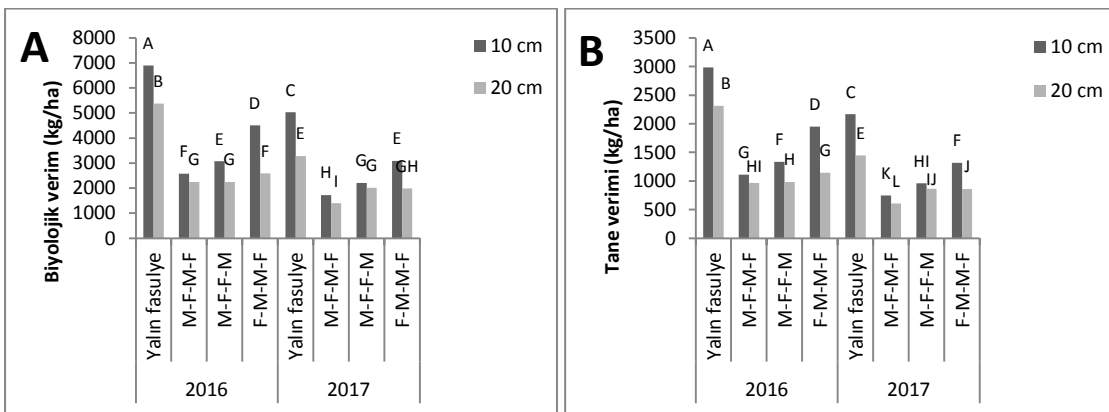
Şekil 9. Fasulyede bakla uzunluğu (A) ve yüz tane ağırlığı (B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait interaksiyonlar. Her çubuktaki harfler P < 0.05 ve P < 0.01'deki önem seviyesini temsil eder

Figure 9. The interactions of corn- bean intercropping systems on pods length (A) hundred kernel weight (B). Letters on each bar represent significance level at P < 0.05 and P < 0.01



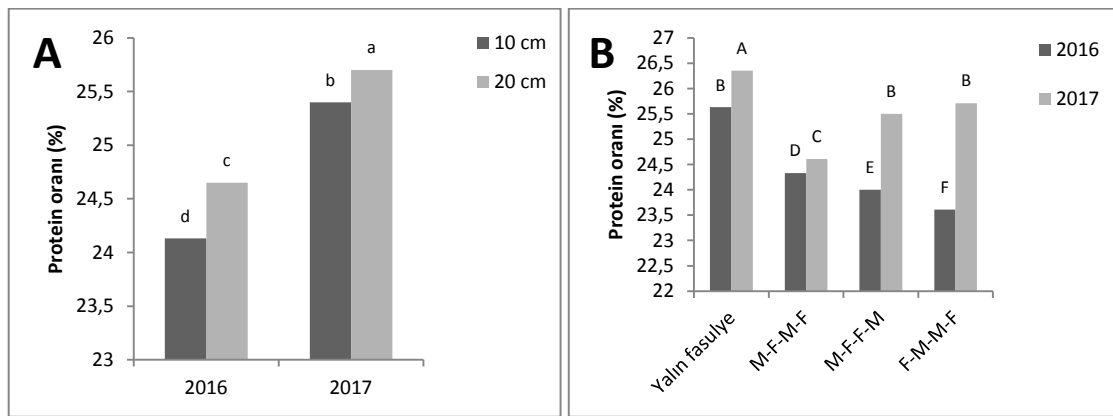
Şekil 10. Fasulyede yüz tane ağırlığı (A, B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait interaksiyonlar. Her çubuktaki harfler P < 0.05 ve P < 0.01'deki önem seviyesini temsil eder

Figure 10. The interactions of corn- bean intercropping systems on hundred kernel weight (A,B). Letters on each bar represent significance level at P < 0.05 and P < 0.01

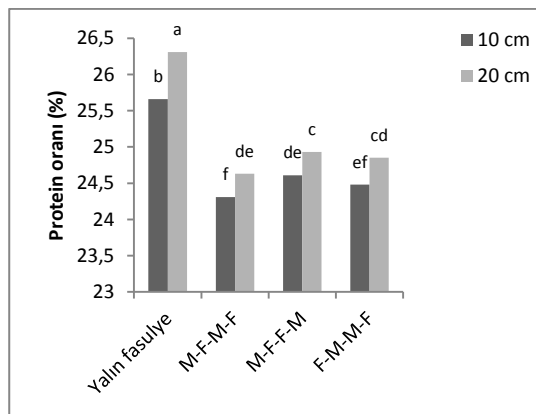


Şekil 11. Fasulyede biyolojik verim (A) ve tane verimi (B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait interaksiyonlar. Her çubuktaki harfler P < 0.01'deki önem seviyesini temsil eder

Figure 11. The interactions of corn- bean intercropping systems on biological yield (A) and grain yield (B). Letters on each bar represent significance level at P < 0.01



Şekil 12. Fasulyede protein oranı (A, B) bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait interaksiyonlar. Her çubuktaki harfler $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ 'deki önem seviyesini temsil eder
Figure 12. The interactions of corn- bean intercropping systems on protein ratio (A,B). Letters on each bar represent significance level at $P < 0.05$ and $P < 0.01$



Şekil 13. Fasulyede protein oranı bakımından mısır-fasulye karışık ekim sistemine ait interaksiyonlar. Her çubuktaki harfler $P < 0.05$ 'deki önem seviyesini temsil eder
Figure 13. The interactions of corn- bean intercropping systems on protein ratio. Letters on each bar represent significance level at $P < 0.05$

Çizelge 8. Farklı ekim sistemleri ve ekim şekillerine ait alan eşdeğer oranı (LER) değerleri

Table 8. Effects of different sowing systems and forms on LER

Sıra üzeri Row spaces	Ekim sistemi Sowing systems	LER
20-10 cm	M-F-M-F	0.93
	C-B-C-B	
	M-F-F-M	1.16
	C-B-B-C	
40-20 cm	F-M-M-F	1.21
	B-C-C-B	
	M-F-M-F	1.01
	C-B-C-B	
40-20 cm	M-F-F-M	1.08
	C-B-B-C	
	F-M-M-F	1.09
	B-C-C-B	

M-F-M-F: Mısır-Fasulye-Mısır-Fasulye, M-F-F-M: Mısır-Fasulye-Fasulye-Mısır, F-M-M-F: Fasulye-Mısır-Mısır-Fasulye
C-B-C-B: Corn-Bean-Corn-Bean, C-B-B-C: Corn-Bean-Bean-Corn, B-C-C-B: Bean-Corn-Corn-Bean

Araştırmamızda en yüksek alan eşdeğer oranı (LER) 1.21 ile sıra üzerinin dar tutulduğu sık ekimlerde F-M-M-F karışık ekimlerinden elde edilirken en düşük LER değeri 0.93 ile yine sık ekimlerde M-F-M-F ekimlerinden elde edilmiştir. (Çizelge 8). Buna göre LER değerinin yüksek bulunduğu sık ekilen F-M-M-F karışık ekim yönteminin diğer ekim yöntemlerine göre birim alan verimliliği bakımından daha avantajlı olduğunu söylemek mümkündür. Sıra üzerinin dar tutulduğu M-F-M-F ekimleri ise yalın ekimlere oranla daha az avantajlı olmuştur. Tiryaki ve ark. (2004) ve Geren ve ark. (2007) karışık ekim sistemleri ile yaptıkları çalışmalarında alan kullanım etkinliğinin bir göstergesi olan LER değerlerinin farklı olabildiğini bildirmişlerdir.

Sonuçlar

Hem mısır hem de fasulye için önemli verim öğeleri bakımından seyrek ekimler daha iyi sonuç vermiş ancak, tane verimi sık ekimlerde daha yüksek olmuştur. Seyrek ekimlerde bitki başına düşen alan daha fazla olduğundan, bitkiler daha iyi gelişebilmekte bitki olduğu için daha fazla fotosentetik alan ancak, sık ekimlerde birim alanda daha fazla oluşmakta ve bunun sonunda birim alana verim daha yüksek olmaktadır. Hem mısır hem de fasulye için önemli verim öğeleri karışık ekimlerde yüksek değerler gösterirken, tane verimi yalın ekimlerde daha yüksek olmuştur. Mısırdaki M-F-F-M, fasulyede ise F-M-M-F karışık ekim sistemleri verim öğeleri bakımından en iyi sistemler olarak belirlenmiştir. LER değeri de dikkate alındığında Eskişehir ve benzer

ekolojilerde F-M-M-F karışık ekimi ve sık ekim şeklinin önerilmesi uygundur. Karışık ekimin önerilmesinin nedeni olarak karışık ekim sistemlerinde ışık, besin, su bakımından rekabetin bitkiler için daha uygun olması düşünülebilir. Yalın ekimlerde daha yüksek tane verimi elde edilmesinin nedeni olarak ise kök bölgesinde yaşanan rekabetin olabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Acar, Z., Aşçı, Ö.Ö., Ayan, İ., Mut, H., ve Başaran, U. (2006). Yem bitkilerinde karışık ekim sistemleri. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3), 379-386.
- Akarken, N. (2016). *Bazı mısır genotiplerinin yüksek sıcaklığa tolerans faktörleri bakımından karşılaştırılması*. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Alıcı, S. (2005). *Kahramanmaraş koşullarında farklı azot dozları ile sıra üzeri ekim mesafelerinin II. ürün mısır (Zea mays L.) bitkisinde verim, verim unsurları ve bazı tarımsal karakterlere etkisi üzerine bir araştırma*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Bauman, D. T., Bastiaans, L., Goudriaan J., Vanlaar H.H., ve Kropff, M.J. (2002). Analysing crop yield and plant quality in a intercropping system using an eco - physiological model for interplant competition. *Agricultural system*, 73, 173-203.
- Başçıftçı, Z. B. (2012). *Şeker mısır ve bodur fasulyenin karışık ekiminde ekim düzenlemeleri ve bazı agronomik özelliklerin belirlenmesi*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora tezi, Eskişehir.
- Bhatt, P. S. (2012). Response of sweet corn hybrid to varying plant densities and nitrogen levels. *African Journal of Agricultural Research*, 7(46), 6158- 6166.
- Bremner, V.M. (1965). Total nitrogen. *Agronomy*, 9, 1149-1178.
- Burcu, Y., ve Akgün, İ. (2018). Isparta koşullarında farklı ekim zamanı ve bitki sıklığının şeker mısırında (Zea mays saccharata Sturt.) taze koçan verimi ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 679-684.
- Cesurer, L. (1995). *Kahramanmaraş koşullarında ekim zamanı ve ekim sıklığının şeker mısırında taze koçan verimine ve diğer bazı tarımsal ve bitkisel özelliklere etkisi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Çam, E., ve Yılmaz, G. (2008). Ordu Gürgentepe koşullarında patates-mısır-fasulye karışık ekim sistemleri üzerinde bir araştırma. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(1), 1-9.
- Çiftçi, V., Toğay, N., Toğay, Y., ve Doğan, Y. (2006). The Effects of intercropping sowing systems with dry bean and maize on yield and some yield components. *Journal of Agronomy*, 5(1), 53-56.
- Dimitrios, B., Panayiota, P., Aristidis, K., Sotiria, P., Anestis, K., ve Aspasia, E. (2010). Weed-suppressive effects of maize-legume intercropping in organic farming. *International Journal of Pest Management*, 56, 173-181.
- Farhadi, A. H. R., Madani, H., Shirzadi, M.H., ve Najafi, I. (2009). Study of effects of cultivar, weed sand plant density on yield and yield components of sweet corn. *Under Iranian Warm Environment Plant Ecophysiology*, 1(3), 103-108.
- Francis, C. A. (1986). *Multiple Cropping Systems*. Mac Millan Publishing Company, 866 Third Avancue, New York, NY 10022.
- Geren, H., Avcıoğlu, R., Soya, H., ve Kır, B. (2007). İkinci ürün koşullarında mısır (*Zea mays L.*)'ün börülce (*Vigna unguiculata L.*) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) ile birlikte ekiminin tane verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(3),27-41.
- Gökkuş, A., Kantar, F., Karadoğan, T., ve Koç, A. (2015). *Tarla Bitkileri (üçüncü baskı)*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Hassan, A. (2000). Effect of plant population density on yield and yield components of eight Egyptian maize hybrids. *Field Crop Abstracts*, 53, No: 5
- Kaçar, B. (1972). *Bitki ve Toprağın Analizleri. II. Bitki Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 453.
- Kaçar, O., Çakmak, F., Çöplü, N., ve Azkan, N. (2004). Bursa koşullarında bazı kuru fasulye çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris L.*) bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 207-218.
- Kara, B., ve Kırtok, Y. (2006). Çukurova koşullarında değişik bitki sıklıkları ve farklı azot dozlarında mısırın tane verimi ile azot alım ve kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 23-32.
- Karakuş, M., Çiftçi, V., Toğay, Y., ve Toğay, N. (2005). Van-Gevaş koşullarında farklı sıra aralıklarının fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) de verim ve bazı verim öğelerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(1), 57-62.
- Kuşvuran, A., ve Nazlı, R.İ. (2014). Orta kızılırmak havzası ekolojik koşullarında bazı mısır (*Zea mays L.*) çeşitlerinin tane mısır özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3), 233- 240.
- Lithourgidis, A.S., Dordas, C.A., Damalas, C.A., ve Vlachostergios, D.N. (2011). Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4), 396-410.
- Mmbaga, M.E.T. (1983). *Effect of Associated Culture on Grain Yield, Percent Protein and Percent Oil. Maize in Association with Dry Beans, More Food from Beter Technology*. (Ed. By J.C. Holmes and W.M. Tahir), 813-817, Rome, CAB Abst. 1984-86.
- Mohammadi, K. H., ve Alikhani, A. M. (2007). Effect of plant density and sowing date on yield and quality of forage sweet corn. *Journal of Agricultural Science*, 17(2), 117-126.

- Moosavi, S.G. (2012). The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer levels on morphology traits, yield and leaf area index in maize. *Pakistan Journal of Botany*, 44(4), 1351-1355.
- Moretti, N. N. M. (2012). *Responce of yield and quality to plant density and nitrogen fertilizier levels in sweet corn*. California State University Master thesis, Fresno.
- Muoneke, C.O., Ogwuche, M.A.O., ve Kalu, B.A. (2007). Effect of maize planting density on the performance of maize/soybean intercropping system in a guinea savannah agroecosystem. *African Journal of Agricultural Research*, 2(12), 667-677.
- Ofori, F., ve Stern, W. R. (1987). Cereal - legume intercropping systems. *Advances in Agronomy*, 41, 41-90.
- Ogindo, H.E., ve Walker, S. (2005). Comparison of measured changes in seasonal soil water content by rained maize-bean intercrop and component cropping in semiarid region in Southern Africa. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30(11), 799-808.
- Öktem, A., Ülger, A. C., ve Kırtok, Y. (2001). The effect of different doses and intrarows spaces on grain yield and some agronomic characteristics of popcorn (*Zea mays everta* Sturt.). *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 83-92.
- Öner, F., ve Aykutlu, H.M. (2017). Mısır (*Zea mays* L. *indendata*) ve soya (*Glycine max.* L Merr) karışık ekim yöntemlerinin bazı agronomik özelliklere etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 3(2), 100-107.
- Özcan, L., ve Özdemir, S. (1996). Ekim sıklığının fasulyede verim ve verimle ilgili karakterlere etkisi. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 17-24.
- Pekşen, E. (1998). *Mısır ve bodur fasulyenin karışık ekiminde en uygun ekim şekli, düzenlemesi ve zamanının belirlenmesi üzerine bir araştırma*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun.
- Pekşen, E., Gülümser, A., ve Bozoğlu, H. (1999). Karışık ekim sistemlerinin verimliliğini etkileyen bazı agronomik faktörler. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(3), 204-218.
- Rao, M.R., ve Willey, R.W. (1983). Effects of pigeonpea plant populations and row arrangement in sorghum / pigeonpea intercropping. *Field Crops Research*, 7, 203-212.
- Roberts, E.H., ve Summerfield, R.J. (1987). Measurement and prediction of flowering in annual crops. In: Atherton, J.G. (Ed.), *Manipulation of Flowering*. Butterworths (pp. 17-50), London.
- Saruhan, V., ve Şireli, H.D. (2005). Mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) farklı azot dozları ve bitki sıklığının koçan, sap ve yaprak verimlerine etkisi üzerine bir araştırma. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 45-53.
- Sönmez, K., ve Kınacı, E. (2014). İç Anadolu koşullarında buğday ve kanolayı takiben yetiştirilen at dişi mısır çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(4), 501-508.
- Sun, D.L., Yan, X.L., Wang, F.B., Xu, X., ve Lu, R.C. (2013). Mumsu unlu mısırın fizikokimyasal özelliklerinin kontrollü şartlar altında dane doldurma dönemi boyunca yüksek sıcaklığın etkilerinin belirlenmesi. *Carbohydrate polymers. Agronomy Journal*, 98(1), 302-310.
- Tansı, V. (1987). *Çukurova bölgesinde mısır ve soyanın ikinci ürün olarak değişik ekim sistemlerinde birlikte yetiştirilmesinin tane ve hasıl yem verimine etkisi üzerinde araştırmalar*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- Tekkanat, A., ve Soylu, S. (2005). Cin mısırı çeşitlerinin tane verimi ve önemli kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(37), 51-60.
- Tiryaki, M. K. (2001). *Birlikte ekim sistemlerindeki mısır (Zea mays L.) ve fasulyede (Phaseolus vulgaris L.) verim ve diğer agronomik özelliklerin belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Tiryaki, M.K., Akman, Z., ve Kara, B. (2004). Mısır ve fasulye karışık ekim sisteminde verim ve bazı agronomik özelliklerin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1), 85-92.
- Toğay, N., Toğay, Y., Erman, M., ve Yıldırım, B. (2006). Kışlık iki bezelye hattı (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.)'nda farklı bitki sıklıklarının bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(2), 97-103
- Tsubo, M.S., Walker, S., ve Ogindo, H.O. (2005). A Simulation model of cereals- legume intercropping system for semi-arid regions. *Field Crops Research*, 93, 23-33.
- Turgut, I., Doğan, R., ve Yürür, N. (1997). *Bursa koşullarında yetiştirilen bazı atdişi hibrit mısır (Zea mays indentata Sturt.) çeşitlerinde bitki sıklığının verim ve verim öğelerine etkisi*. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül 1997, 143 – 147, Samsun.
- Turgut, İ. (2000). Bursa koşullarında yetiştirilen şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) bitki sıklığının ve azot dozlarının taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 341-347.
- Yılmaz, M.F. (2005). *Kahramanmaraş koşullarında II. ürün mısır bitkisinde farklı sıra üzeri mesafeler ve azot dozlarının verim ve verim unsurları ile tohum kalitesine etkisi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.

HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ

HAKKINDA

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi (önceki isimi Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi); Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında olmak üzere yılda dört kez yayımlanan Hakemli Akademik bir dergidir.

Dergimiz,

- ✓ TÜBİTAK-ULAKBİM (TR Dizin),
- ✓ CAB Abstract,
- ✓ CABI (Full Text),
- ✓ AGRIS,
- ✓ Crossref
- ✓ Google Scholar,
- ✓ DergiPark Akademik
- ✓ Global Health
- ✓ SOBIAD
- ✓ CiteFactor
- ✓ WorldCat
- ✓ DRJI
- ✓ Scilit
- ✓ Sientific Indexing Services (SIS)

gibi birçok ulusal ve uluslararası veri tabanları tarafından taranmaktadır.

YAYIN POLİTİKASI

- ✓ Dergimiz, hakemlerin ve yazarların kimliklerinin birbirinden gizlendiği **double blind peer review** hakem değerlendirmesi sistemini kullanmaktadır.
- ✓ Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'nde Bahçe Bitkileri, Bitki Koruma, Tarla Bitkileri, Tarım Alet ve Makineleri, Tarımsal Yapılar ve Sulama, Tarım Ekonomisi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Zootekni ve Gıda Mühendisliği bilim dallarıyla ilişkili konularda, Türkçe veya İngilizce yazılmış orijinal araştırma ve derleme makaleler yayımlanmaktadır.
- ✓ Bir sayıda; toplam makalelerin en fazla **%20**'si kadar **yüksek özgünlüğe sahip** derleme makalelere yer verilebilir.
- ✓ Derleme makaleler, yayım komisyonunun çağrısı üzerine hazırlanmış olsa bile, normal inceleme ve değerlendirme sürecinden geçirilerek yayımlanır.
- ✓ Yayımlanması istenilen eserlerin herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiş olması zorunludur.
- ✓ Ancak; yurtiçi veya yurtdışı kongrelerde sunulacak **yalnızca özeti yayımlanmış** makaleler yayıma kabul edilebilir.
- ✓ Bu nedenle yazarlar tarafından dergiye gönderilen makalelerin benzerlik taraması **iThenticate** programı ile yapılarak rapor sisteme yüklenmelidir.

- ✓ **Benzerlik oranı kaynakça hariç en fazla %20 olmalıdır.**
- ✓ Sonuçları önceden bilinen ve yenilik getirmeyen araştırma makaleleri, taksonomi ile sadece durum tespitine dayanan ve yöresel çalışmalar ile ikincil veri ve sadece basit anketlere dayanan çalışmalar derginin kapsamı dışındadır.
- ✓ Yayımlanması için gönderilen eser, yayın ilkeleri doğrultusunda “Baş Editör” tarafından ön incelemeye alınır. Baş Editör, dergide yayımlanabilecek nitelikte bulmadığı makaleleri, Bölüm Editörlerine göndermeden yazara/yazarlara iade kararı verme hakkına sahiptir.
- ✓ Ayrıca, yazım kurallarına uymayan veya anlatım dili yetersiz olan makaleler, düzeltilmek üzere yazara/yazarlara iade edilebilir.
- ✓ Editörler Kurulu, dergiye yayınlanmak üzere gönderilen çalışmaların, **3 hafta içerisinde değerlendirmeye alıp almayacaklarına karar verir ve bunu yazara bildirirler.**
- ✓ Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisine yayımlanmak üzere gönderilen makaleler, **hakem süreci başlatıldıktan sonra geri çekilemez.**
- ✓ Değerlendirmeye alınan makaleler, Bölüm Editörleri tarafından incelenmek üzere, **konu uzmanı en az 2 hakeme gönderilir.**
- ✓ Hakemlerden birinin red vermesi veya raporun yeterli görülmemesi durumunda editör tarafından **3. hakem atanabilir.**
- ✓ **Her bir hakeme makale değerlendirme davetinin kabulü için 1 hafta, makalenin değerlendirilmesi için 3 hafta süre tanınır.**
- ✓ Değerlendirme sürecinde iki olumlu hakem raporu alan makale, bölüm editörü ve yayın kurulunun onayı ile dergide yayınlanmaya kabul edilir.
- ✓ Hakem değerlendirmesinden geçen makalelere ait düzeltmeler yazar tarafından yapılarak, **en geç 15 gün** içerisinde sisteme yüklenmelidir. Bu süreden sonraki gönderimler kabul edilmez.
- ✓ Bölüm Editörleri, hakem raporlarını ve/veya istenilen düzeltmelerin yeterli olup olmamasını dikkate alarak, makalenin yayımlanıp yayımlanmaması konusunda Dergi Yayın Kuruluna tavsiyede bulunur. Baş Editör başkanlığında toplanan Yayın Kurulu, son karar merciidir.
- ✓ Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, yayımlanan makalelere **açık erişim politikasını** benimsemiştir. Açık erişim; bilginin küresel değişimini arttırarak, insanlık için yararlı sonuçlar doğuracaktır.
- ✓ Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen eserlerle birlikte **Telif Hakkı Devir Sözleşmesi** de tüm yazarlarca imzalanarak, sisteme yüklenmelidir.
- ✓ **Makale Kontrol Listesi** sadece sorumlu yazar tarafından imzalanarak sisteme yüklenmelidir.
- ✓ Eserlerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir. Eserler, bilim etiği ilkelerine uygun olarak hazırlanmalı, gerekliyse **Etik Kurul Raporu**'nun bir kopyası eklenmelidir.
- ✓ Yayımlanmasına karar verilen eserler için **basım ücreti olarak 100 TL** alınmaktadır.
- ✓ **Basım ücreti, az gelişmiş ülkelerden gelen makaleler için talep edilmeyebilir.**

HARRAN TARIM VE GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ YAYIN ETİĞİ KURALLARI

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Yükseköğretim Kurumları “**Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi**”, Committee on Publication Ethics (**COPE**) tarafından yayınlanan “COPE Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors ve “COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors” rehberleri temelinde etik görev ve sorumlulukları yerine getirmeyi taahhüt etmekte; editör, yazar ve hakemlerin de bu çerçevede davranmasını beklemektedir.

Yazarlar İçin Etik Kurallar

- ✓ Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi yayın etiği açısından, **COPE (Committee on Publication Ethics)** tarafından kabul edilen kriterlere uymayı taahhüt eder.
- ✓ Dergi, **COPE** hükümleri doğrultusunda, hakemlerin ve yazarların kimliklerinin birbirinden gizlendiği **double blind peer review (Çift Kör)** hakem değerlendirmesi sistemini kullanmaktadır.
- ✓ Yayımlanması istenilen eserlerin herhangi bir yerde **yayımlanmamış** veya yayımlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiş olması zorunludur.
- ✓ Ancak; yurtdışı veya yurtdışı kongrelerde sunularak **yalnızca özet yayımlanmış** makaleler yayıma kabul edilmektedir.
- ✓ Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen eserlerle birlikte **Telif Hakkı Devir Sözleşmesi** de tüm yazarlarca imzalanarak, sisteme yüklenmelidir.
- ✓ Çalışmanın tasarlanmasında, denemelerin kurulmasında ve yürütülmesinde, makalenin yazımında **içeriğe bilimsel açıdan katkı sağlayan** kişiler ancak yazar olarak yer almalıdır.
- ✓ Değerlendirme süreci başlamış bir çalışmada yazar ekleme, yazar sırası değiştirme ve yazar çıkartma gibi **yazar sorumluluklarının değiştirilmesi** teklif edilemez.
- ✓ Yayın sürecinde, ilgili dergi/kurum ile yazışmaları yapan “Sorumlu Yazar” olarak kabul edilir. Sorumlu yazar, yaptığı yazışmaları diğer yazarlarla paylaşmalı, gerekli işlemleri zamanında ve doğru olarak yapmalıdır.
- ✓ Her bir yazarın makaleye **katkı şekli** EKLER (Acknowledgement) kısmında belirtilmelidir.
- ✓ **Makale Kontrol Listesi** sadece sorumlu yazar tarafından imzalanarak sisteme yüklenmelidir.
- ✓ Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisine yayımlanmak üzere gönderilen makaleler, **hakem süreci başlatıldıktan sonra geri çekilemez.**
- ✓ Eserlerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir. Eserler, bilim etiği ilkelerine uygun olarak hazırlanmalı, gerekliyse **Etik Kurul Raporu**'nun bir kopyası eklenmelidir. Aşağıdaki araştırma konuları ile ilgili Etik Kurul Raporu bilgileri (kurul adı, tarih ve sayı no) yöntem bölümünde ve ayrıca makale son sayfasında EKLER (Acknowledgement) bölümünde verilmelidir.
 - ❖ Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar.
 - ❖ İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
 - ❖ İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,

- ❖ Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
 - ❖ Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif alışmalar.
 - ❖ Ayrıca, kullanılan fikir ve sanat eserleri için telif hakları düzenlemelerine riayet edilmeli, başkalarına ait ölçek, anket, fotoğrafların kullanımı için sahiplerinden izin alınması
- ✓ ve bunun da EKLER (Acknowledgement) bölümünde belirtilmesi gereklidir.
 - ✓ Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi **İntihal** ve **Duplicate** başta olmak üzere **Plagiarism** konularında oldukça hassastır ve bu konularda asla tolerans göstermemektedir.
 - ✓ Bu nedenle yazarlar tarafından dergiye gönderilen makalelerin benzerlik taraması **iThenticate** programı ile yapılarak rapor sisteme yüklenmelidir.
 - ✓ Benzerlik oranı kaynakça hariç **en fazla % 20** olmalıdır.
 - ✓ Yazarlar, yayınlanmak üzere gönderilen tüm çalışmaların potansiyel **ıkar atışması** teşkil edebilecek durumları ve çalışmaları destekleyen kuruluşları makalenin EKLER (Acknowledgement) bölümünde beyan etmekle ykmldrlers.
 - ✓ Ayrıca, alışma **lisansüstü tezlerden üretilmiş** ise ve çalışmaya katkısı için **teşekkür edilecek kişi veya kurumlar** varsa bu gibi durumların da EKLER (Acknowledgement) kısmında belirtilmesi gerekmektedir.

Editörler İçin Etik Kurallar

- ❖ Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'nin Editörler Kurulu, açık erişim olarak Committee on Publication Ethics (**COPE**) tarafından yayınlanan "COPE Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors" ve "COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors" rehberleri temelinde belirtilen **tüm etik görev ve sorumluluklara bağlı kalmayı taahhüt eder.**
- ❖ Editörler, dergide basılan tüm makalelerden sorumlu olup derginin niteliğinin iyileştirilmesine katkı yapmakla ykmldrlers.
- ❖ Editörler, **yazarların düşünce özgürlüğüne sayęı** gösterip kendilerini desteklemektedirler.
- ❖ Editörler, okuyuculardan gelen geri bildirimleri dikkate almak ve geri bildirim vermekle ykmldrlers.
- ❖ Editörler, dergiye gönderilen çalışmaların önemi, zgn değeri, geçerliliği, anlatımın açıklığı ve derginin amaç ve hedeflerine uygunluğu bakımından değerlendirerek olumlu ya da olumsuz karar vermelidirler.
- ❖ Editörler, **dergiye gönderilen çalışmaları; yazarların sosyal, kültürel, ekonomik özellikleri ile dini inançları göz önüne alınmaksızın, sadece entelektüel değerleri çerçevesinde değerlendirilmelidir.**
- ❖ Editörler Kurulu, dergiye yayınlanmak üzere gönderilen çalışmaların, **3 hafta** içerisinde değerlendirmeye alıp almayacaklarına karar vermeli ve bunu yazara bildirmelidirler.
- ❖ Editörler Kurulu, makaleyi ilk inceleme sonucunda **red etme kararına varırsa yazarlara bunun nedenini açık bir Şekilde bildirmekle** ykmldrlers.

- ❖ Dergiye gönderilen çalışmalar editörler tarafından öncelikle **intihal** ihtimaline karşı kontrol edilmelidir. Bu aşamada intihal ihtimali olan çalışmalar, editörler tarafından reddedilir.
- ❖ Dergiye gönderilen çalışmalar, editörler tarafından makalenin hakemleri dışında hiç kimseye **ifşa edilmemelidir**.
- ❖ Editörler, dergiye gönderilen çalışmaların kabulü için yazarlara dergideki herhangi bir makaleye veya başka bir çalışmaya atıf yapması konusunda telkinde bulunmamalıdır.
- ❖ Editör değişikliği durumunda, yeni editör önceki editör tarafından alınan bir kararı önemli bir durum olmadığı sürece değiştirmemelidir.
- ❖ Editörler, makaleleri **aynı disiplindeki konu uzmanlıklarına uygun olan hakemlere** göndermelidirler.
- ❖ Editörler, değerlendirme öncesi hakemlerden herhangi bir **çıkar çatışmaları** bulunmadığının onayını almalıdırlar.
- ❖ Editörler, hakemleri tarafsız, bilimsel ve nesnel bir dille çalışmayı değerlendirmeleri için teşvik etmelidirler.
- ❖ Editörler, makaleleri objektif değerlendiren, hakemlik sürecini zamanında yerine getiren, makaleyi yapıcı eleştirilerle değerlendiren ve etik kurallara uygun davranan bilim insanlarının olmasına özen göstermelidirler.
- ❖ Editörler, danışmanlar kurulu üyelerini, uzmanlık alanlarına uygun, katkı sağlayabilir ve uygun nitelikte belirleyerek tüm danışma kurulu üyelerine derginin yayın politikaları konusunda bilgi vermekle yükümlüdür.

Hakemler İçin Etik Kurallar

- ❖ Hakemler, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'ne gönderilen bir çalışma kendi **uzmanlık alanında değilse**, makale konusu hakkında yeterli bilgiye sahip değilse ya da zamanında bir değerlendirme yapamayacak durumda ise, editörü bu durumdan haberdar ederek **değerlendirme görevinden ayrılmalıdır**.
- ❖ Hakemler, yazarı ile aralarında **rekabet, iş birliği veya başka türlü ilişki ya da bağlantılar bulunduğunu tespit ettiği çalışmaları kesinlikle değerlendirmemelidir**.
- ❖ Hakemler, gizlilik ilkesine riayet ederek değerlendirmesini yapmalı, çalışmayı üçüncü kişilerle paylaşmamalıdır.
- ❖ Hakemler, inceleme sürecinde elde etmiş olduğu ayrıcalıklı bilgi ve fikirleri gizli tutmalı ve **kişisel çıkarı için kullanmamalıdır**.
- ❖ Hakemler, eleştiri ve önerilerini **nazik bir dille objektif ve yapıcı** bir şekilde yapmalıdır.
- ❖ Yazara karşı düşmanlık, iftira ve hakaret içeren aşağılayıcı yorum ve eleştiri yöneltmemelidir.
- ❖ Hakemler, fikirlerini açık biçimde destekleyen argümanlarla ifade etmelidir.
- ❖ Hakemler, değerlendirilen çalışmanın daha önce yayınlanmış başka bir çalışma ile arasında esaslı bir benzerlik tespit etmeleri halinde, durumu editöre iletmelidirler.

HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ

YAZAR REHBERİ

YAZIM KURALLARI

Dergimize gönderilen makaleler Microsoft Office Word uyumlu programlarda hazırlanmalı ve Dergipark Sistemi üzerinden online olarak **Telif Hakkı Devir Sözleşmesi** (tüm yazarlar tarafından imzalanacak) ve **Makale Kontrol Listesi** (sorumlu yazar tarafından imzalanacak) ile beraber gönderilmelidir. Yayınlanmasına karar verilen eserlere yazar(lar)ca herhangi bir eklenti ya da çıkarma yapılamaz. Makale içerisinde dergi basıldığı haliyle görünen hataların sorumluluğu yazara/yazarlara aittir. Yayın Kurulu'ndan kaynaklanan basım hataları için ek düzeltme yayınlanabilir.

Gönderilecek makaleler aşağıda verilen yazım kuralları çerçevesinde hazırlanmalıdır. Aksi halde makaleler, değerlendirilmeye alınmadan yazara/yazarlara iade edilebilir.

MAKALENİN İLK SUNUŞU

1. Makale taslağı editöre ilk gönderilirken, tüm makale **çift satır** aralığında, kenar boşlukları; sol, sağ, alt ve üst **3 cm** bırakılarak, **A4 (210 mm x 297 mm) formunda, Microsoft Word programında, Calibri** yazı karakterinde, **12 punto** düz metin olarak hazırlanmalıdır.
2. Her satıra ardışık olarak satır numarası verilmeli ve makalenin ilk sunumunda yazar isimleri silinmiş olmalıdır.
3. Hazırlanacak olan makale metni genel olarak; **Giriş, Materyal ve Metot, Araştırma Bulguları ve Tartışma, Sonuçlar, Ekler** (gerekli ise) ve **Kaynaklar** bölümlerinden oluşmalıdır.
4. **Başlık:** Kısa ve açıklayıcı olmalı, **14 punto ve koyu**, kelimelerin ilk harfi büyük olmalı, ortalanarak yazılmalı ve 15 kelimeyi geçmemelidir. İngilizce başlık Türkçe başlığı tam olarak karşılmalı, 12 punto ve koyu yazılmalıdır.
5. **Öz:** Başlık sola yaslı olmalı, paragraf başında girinti verilmemelidir. Türkçe ve İngilizce Öz/Abstract metni 10 punto olarak yazılmalı ve **250 kelimeyi aşmamalıdır**. Türkçe Öz ve İngilizce Öz (Abstract)'ün hemen altında en fazla **5 adet** anahtar kelime bulunmalıdır.
6. **Giriş:** Bu bölümde; çalışma konusu, gerekçesi, konu ile doğrudan ilgili önceki çalışmalar ve çalışmanın amacı verilir. Bu bölümde; çalışmanın konusu özetlenmeli, konu hakkındaki mevcut bilgi doğrudan ilişkili önceki çalışmalarla değerlendirilmeli ve bilgi üretimine ihtiyaç duyulan hususlar vurgulanıp çalışma ile ilişkilendirilmelidir. Son olarak çalışmanın amacı net ve açık bir şekilde ifade edilmelidir.
7. **Materyal ve Metot:** Bu bölümde; çalışmada kullanılan canlı ve cansız materyaller, uygulanan yöntemler, değerlendirilen ölçütler, uygulanan deneme desenleri veya örnekleme yöntemleri ile istatistiksel analizler gerektiğinde kaynaklarla da desteklenerek, açık ve net biçimde anlatılmalıdır. Yeni veya değiştirilmiş yöntemler, aynı konuda çalışanlara araştırmayı tekrarlama olanağı verecek nitelikte açıklanmalıdır. Bu amaçla gerektiğinde alt başlık kullanılmalıdır.
8. **Araştırma Bulguları ve Tartışma:** Çalışmada elde edilen bulgular şekil ve çizelgeler yardımıyla ve istatistiksel analizlere dayalı olarak açık ve net bir biçimde verilmelidir. İstatistikî olarak önemli bulunan faktörler, uygulanan istatistik analiz tekniğine uygun karşılaştırma yöntemi ile yorumlanarak ilgili istatistikler üzerinde harflendirme yapılmalıdır. Aynı veriler hem grafik hem de çizelge ile verilmemeli, konuya en uygun araç

seçilmeli, anlatımda tekrarlayan cümle ve ifadelerden kaçınılmalıdır. Tartışma kısmında, uyum ve zıtlık açısından önceki çalışmalarla karşılaştırılmalı, doldurduğu bilgi açığı vurgulanmalı, önceki bölümlerdeki ifadelerin olduğu gibi tekrarından kaçınılmalıdır.

9. **Sonuçlar:** Bu bölümde; elde edilen nihai sonuçlar ve varsa öneriler, bilime ve uygulamaya katkısıyla birlikte kısa ve öz olarak verilmelidir.
10. **Ekler:** Çalışmayı destekleyen kurum ve kuruluşlar ile çalışmaya katkı sağlayanlar bu kısımda ifade edilmelidir. Ayrıca, makalenin lisansüstü tezlerden üretilip üretilmediği, abstract olarak kongre ve sempozyumlarda sunulup sunulmadığı da Ekler bölümünde belirtilmelidir.
11. Makalelerde fotoğraf, grafik, çizim vb. “**Şekil**” olarak, Tablolar ise “**Çizelge**” olarak ifade edilmelidir.
12. Çizelge ve Şekiller ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1. veya Çizelge 1.). “Şekil” ve “Çizelge” içerikleri **10 punto** ile hazırlanmalıdır.
13. Çizelgelerde satır ve sütun başlıkları **koyu**, Diğer kısımlar ise normal yazılmalıdır.
14. Çizelge başlıkları, çizelgenin üstünde; şekil başlıkları ise şekillerin altında yazılmalıdır.
15. Şekil ve Çizelge başlıklarının **İngilizceleri**, Türkçe başlığın hemen altında **italik** olarak yazılmalıdır (Makale İngilizce olarak yazılmışsa, Şekil ve Çizelge başlıklarının Türkçe karşılıkları yazılmalıdır). Örneğin;

Şekil 1. Araştırma bahçesinde tespit edilen ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve aylık yağış miktarı ortalaması değerleri (2007-2011 yılları ortalaması)

Figure 1. The average temperature, average relative humidity and average monthly rainfall data detected in the research orchard (average of the years 2007-2011)

Çizelge 2. Şeftali çeşitlerinin 2007 - 2011 yılları arasındaki fenolojik gözlem sonuçları

Table 2. Phenological observation results of peach cultivars for between 2007 and 2011

16. Çizelge ile Şekillerin içerisinde bulunan **ana parametrelerin** İngilizce karşılıkları bu parametrelerin hemen altına **italik** olarak yazılmalıdır (Makale İngilizce olarak yazılmışsa, Şekil ve Çizelgelerin içerisinde belirtilen parametrelerin Türkçe karşılıkları yazılmalıdır). Örneğin;

Çizelge 3. Denemede yer alan şeftali çeşitlerinin bazı pomolojik özellikleri

Table 3. Some pomological properties of peach varieties

Çeşitler <i>Varieties</i>	Meyve ağırlığı(g) <i>Fruit weight (g)</i>	Meyve eni (mm) <i>Fruit width (mm)</i>	Meyve boyu(mm) <i>Fruit length (mm)</i>	Çekirdek ağırlığı (g) <i>Kernel weight (g)</i>
Cardinal	78.19 c	50.73 b	48.48 c	5.06 b
Cresthaven	129.58 b	61.69 ab	59.56 b	8.31 a
Dixired	218.73 a	74.37 a	76.70 a	8.24 ab

17. Makale metni ve Çizelge-Şekil içerisinde bildirilen ondalık rakamlar, **nokta**, binlik ayıraçlar ise **boşluk** ile ayrılmalıdır. (123.87; 0.987; 1 375 000; 3 558 vb.)

18. **Birimler:** Makale yazımında “**Uluslararası Birim Sistemi**” (**SI**)’ne uyulmalıdır. Buna göre; g/l yerine **g l⁻¹**, mg/l yerine **mg l⁻¹** ya da **ppm** kullanılmalıdır. Yüzde ile belirtilen ifadeler

açıklayıcı olmalıdır. Örneğin; % 3 yerine % 3 (w/v), % 3 (v/v), % 3 (w/w) şeklinde belirtilmelidir.

19. Kısaltmalar ve Semboller: Makale başlığı ve başlıklarda kısaltma kullanılmamalıdır. Gerekli olan kısaltmalar kavramların ilk geçtiği yerde parantez içinde verilmelidir. Kısaltmalarda ve sembollerin kullanımında ilgili alanın evrensel kurallarına uyulması zorunludur.

20. Formüller: Makalelerde formüller "Eşitlik" olarak adlandırılmalı ve italik olarak yazılmalıdır. Makalede birden fazla eşitlik varsa numaralandırılmalı, numara formülün yanında sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmelidir.

21. Makalenin ilk hali **25 sayfa**yı geçmemelidir.

HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ

REFERANS GÖSTERME KURALLARI (APA STİLİ)

Metin İçerisinde;

- Metin içerisinde kaynak gösterimi (**Yazar, yıl**) esasına göre yapılmalıdır.
- Metin içerisinde birden fazla çalışmaya atıf yapılacak ise atıflar kronolojik olarak sıralanmalıdır.
- İkinden fazla yazarın bulunduğu kaynakların gösteriminde (**İlk yazarın soyadı ve ark., yıl**) kuralı uygulanmalıdır.
- Makale **İngilizce** olarak yazılmışsa (**İlk yazarın soyadı et al., yıl**) kuralı uygulanmalıdır.
- Aynı yazarın aynı yıla ait eserlerine atıf varsa yıldan sonra küçük harfle belirtilmelidir.
- Örnekler; (Mamay, 2014), (İkinci, 1993; Bolat, 2002), (Fidan ve Eriş, 1975), (Kashkuli and Eghtedar, 1976), (İkinci ve ark., 1995), (Mamay et al., 2015), (Matthews ve Milroy, 2005), (Mamay, 2015a; Mamay, 2015b).

1. SÜRELİ YAYINLARINA ATIF VERME

1.1. Tek yazarlı makale

Mamay, M. (2015). Nar yaprakbiti [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)]'nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki bulaşıklık haritası. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5(3), 159-166.

Mellers, B. A. (2000). Choice and the relative pleasure of consequences. *Psychological Bulletin*, 126, 910-924.

Kabapınar, Y. (2002). İlköğretim hayat bilgisi ve sosyal bilgiler öğretiminde kullanılan ders kitapları ve öğretim materyalleri açısından Türkiye ve İngiltere örnekleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2, 247-270.

1.2. İki yazarlı ve her sayısı yeniden numaralandırılan dergide makale

Klimoski, R., ve Palmer, S. (1993). The ADA and the hiring processing organizations. *Consulting Psychology Journal: Practice and Research*, 45(2), 10-36.

1.2.1. İki yazar (DOI içeren bir dergi makalesi)

Li, S., ve Seale, C. (2007). Learning to do qualitative data analysis: An observational study of doctoral work. *Qualitative Health Research*, 17(10), 1442-1452. <https://doi.org/10.1177/1049732307306924>

1.2.1.1. Elektronik dergi makalesi: DOI numarası olmayan (internetten serbest erişim)

Aygören, H., Yeşilyurt, M., Güloğlu, B. ve Küçükkaplan, İ. (2015). Türk bankacılık sektöründe hisse senedi performansı ve etkinlik arasındaki ilişki. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 16(2), 203-215. Erişim adresi <https://journal.dogus.edu.tr/ojs/index.php/duj/article/view/914>

1.3. Üç ile altı yazarlı makale

Mamay, M., Ünlü, L., Yanık, E., Doğramacı, M., ve İkinci, A. (2016). Efficacy of mating disruption technique against Carob Moth, *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Southeast Turkey (Şanlıurfa). *International Journal of Pest Management*, 62(4), 295-299.

Soywitz, K. J., Mannarino, A. P., Berliner, L., ve Cohen, J. A. (2000). Treatment for sexually abused children and adolescents. *American Psychologist*, 55, 1040-1049.

Barnard, R., de Luca, R., ve Li, J. (2015). First-year undergraduate students' perceptions of lecturer and peer feedback: A New Zealand action research project. *Studies In Higher Education*, 40(5), 933-944. <https://doi.org/10.1080/03075079.2014.881343>

İkinci, A., Mamay, M., Unlu, L., Bolat, I. ve Ercisli, S. (2014). Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau*, 56(4), 131-138. <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>

1.4. Altıdan daha fazla yazarlı makale

Kasabov, N., Scott, N. M., Tu, E., Marks, S., Sengupta, N., Capecci, E., . . . Yang, J. (2016). Evolving spatio-temporal data machines based on the NeuCube neuromorphic framework: Design methodology and selected applications. *Neural Networks*, 78, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2015.09.011>

Rosler, A., Ulrich, C., Billino, J., Sterzer, P., Weidauer, S., Bernhardt, T., ... Kleinschmidt, A. (2005). Effects of arousing emotional scenes on the distribution of visuospatial attention: Changes with aging and early subcortical vascular dementia. *Journal of the Neurological Sciences*, 229, 109-116. doi:10.1016/j.jns.2004.11.007

1.5. Magazinde makale

Kandel, E. R., ve Squire, L. R. (2000, November 10). Neuroscience: Breaking down scientific barriers to the study of brain and mind. *Science*, 290, 1113-1120.

1.7. Bültende makale

Brown, L. S. (1993, Spring). Antidomination training as a central component of diversity in clinical psychology education. *The Clinical Psychologist*, 46, 83-87.

1.8. Orijinal kaynak olarak öz (abstract)

Woolf, N. J., Young, S. L., Fanselow, M. S., ve Butcher, L. L. (1991). MAP-2 expression in cholinceptive pyramidal cells of rodent cortex and hippocampus is altered by Pavlovian conditioning [Abstract]. *Society for Neuroscience Abstracts*, 17, 480.

1.9. Süreli yayınlanan bir kaynaktan alınan öz (abstract)

Nakazato, K., Shimonaka, Y., ve Homma, A. (1992). Cognitive functions of centenarians: The Tokyo Metropolitan Centenarian Study. *Japanese Journal of Developmental Psychology*, 3, 9-16. Abstract obtained from PsycSCAN: *Neuropsychology*, 1993, 2, Abstract No. 604.

1.10. İkinci dereceden bir kaynaktan alıntı

Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., ve Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 100, 589-608.

1.11. Aynı yazarın iki ve daha fazla çalışması kullanılmışsa; kaynaklar tarihe göre dizilmelidir:

Berndt, T. J. (1981).

Berndt, T. J. (1999).

1.12. Eğer yazar bir çalışmada tek yazar ve başka çalışmada ortak yazar ise, önce tek yazarlı olan çalışma listelenmelidir:

Berndt, T. J. (1999). Friends' influence on students' adjustment to school. *Educational Psychologist*, 34, 15-28.

Berndt, T. J. ve Keefe, K. (1995). Friends' influence on adolescents' adjustment to school. *Child Development*, 66, 1312-1329.

1.13. Eğer bir yazarın farklı yazarla yayımladığı eserler varsa, sıralama alfabetik olarak ikinci veya sonraki isme bağlı olarak yapılır:

Wegener, D. T., Kerr, N. L., Fleming, M. A., ve Petty, R. E. (2000). Flexible corrections of juror judgments: Implications for jury instructions. *Psychology, Public Policy, and Law*, 6, 629-654.

Wegener, D. T., Petty, R. E., ve Klein, D. J. (1994). Effects of mood on high elaboration attitude change: The mediating role of likelihood judgments. *European Journal of Social Psychology*, 24, 25-43.

1.14. Bir yazarın aynı yıl yayımlanmış iki veya daha fazla çalışması varsa, (a, b, c) gibi harfler kullanılır:

Berndt, T. J. (1981a). Age changes and changes over time in prosocial intentions and behavior between friends. *Developmental Psychology*, 17, 408-416.

Berndt, T. J. (1981b). Effects of friendship on prosocial intentions and behavior. *Child Development*, 52, 636-643.

2. KİTAPLAR, BROŞÜRLER, KİTAP BÖLÜMLERİNE ATIF VERME

2.1. Kaynak kitap ise,

Mohsenin, N. N. (1970). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

Hesapçıoğlu, M. (2001). *Türkiye’de makro düzeyde insan kaynaklarının planlanması*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Freeman, Y. S. ve Freeman, D. E. (1996). *Teaching, reading, and writing in Spanish in the bilingual classroom*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Wills, G. (1994). *Certain trumpets: The call of leaders*. New York, NY: Simon ve Schuster.

Mayer, G., ve McDonald, B. (2007). *Encyclopedia of film*. Westport, CT: Greenwood Press.

Smith, S., Ladd, R. E., ve Pasquerella, L. (2008). *Ethical issues in home health care*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.

Ranzijn, R., McConnochie, K. ve Nolan, W. (2009). *Psychology and indigenous Australians: Foundations of cultural competence*. South Yarra, Vic: Palgrave Macmillan.

Altı veya daha fazla yazar olduğunda, ilk 6'yı yukarıdaki gibi sıralayınız, üç nokta koyunuz (...) ve son yazarı ekleyiniz.

Jones, R., Fields, S. A., Lawrence, O., Florin, A., Herbst, K. D., Sillick, N. S., ...Lloyd, B. (2009). *Optimizing personal influence*. New York, NY: McGraw-Hill.

2.2. Kaynak kitaptan bir bölüm ise,

Author, A. A. (Year). Chapter title. In E. E. Editor (Ed.), *Title of book: And subtitle* (pp. pages). Place: Publisher.

Walstra, P., Van Vliet, T. ve Bremer, C.G.B. (1990). On the fractal nature of particle gels. In E. Dickinson (Ed.), *Food polymers, gels and colloids* (pp. 369-382). Norwich, UK: The Royal Society of Chemistry.

Kejanlioğlu, B. (2005). Medya çalışmalarında kamusal alan kavramı. Meral Özbek (Ed.), *Kamusal alan içinde* (s. 689-713). İstanbul: Hil.

2.3. Birden çok baskısı olan kitap

Strunk, W. Jr. ve White, E. B. (2000). *The elements of style* (4. Baskı). New York: Longman.

Passer, M. W. ve Smith, R. E. (2015). *Psychology: The science of mind and behaviour* (2nd ed.). North Ryde, NSW: McGraw-Hill Education.

2.4. Editörlü kitap

Yeşilyaprak, B. (Ed.). (2003). *Gelişim ve öğrenme psikolojisi*. Ankara: Pegema Yayıncılık.

Saracho, N. ve Spodek, B. (Eds.). (2007). *Contemporary perspectives on social learning in early childhood education*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.

2.5. Kitaptan bir bölümü kaynak gösterme;

Author, A. A. (Year). *Chapter title*. In E. E. Editor (Ed.), *Title of book: And subtitle* (pp. pages). Place: Publisher.

Walstra, P., Van Vliet, T. ve Bremer, C.G.B. (1990). *On the fractal nature of particle gels*. In E. Dickinson (Ed.), *Food polymers, gels and colloids* (pp. 369-382). Norwich, UK: The Royal Society of Chemistry.

2.6. Yazarı bilinmeyen kaynakları veya internet kaynaklarını kaynak olarak gösterme;

Anonymous (2005). Tereyağı, diğer süt yağı esaslı sürülebilir ürünler ve sadeyağ tebliği. Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2005/19, Ankara.

FAO, (2015). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>.

3. YÜKSEK LİSANS ve DOKTORA TEZLERİNE ATIF VERME

Doktora ya da yüksek lisans tezlerine elektronik veri tabanlarından, kurumsal arşivlerden ve kişisel web sayfalarından erişilebilir. Eğer bir teze ProQuest doktora ve yüksek lisans tezleri veri tabanından ya da diğer bir kaynaktan erişildiyse atıfta bu bilgi verilmelidir. Bir veri tabanı servisinde mevcut olan bir doktora ya da yüksek lisans tezi için aşağıdaki kaynak gösterme biçimi kullanılır:

Yazar, A. A. (Yıl). *Doktora ya da yüksek lisans tezinin başlığı* (Yüksek lisans tezi/Doktora tezi). ... veri tabanından erişildi (Erişim ya da Sipariş No.).

Yayımlanmamış bir doktora ya da yüksek lisans tezi için aşağıdaki kaynak gösterme şekli kullanılır:

Yazar, A. A. (Yıl). *Doktora ya da yüksek lisans tezinin başlığı* (Yayımlanmamış doktora tezi/yüksek lisans tezi). Kurum adı, Yer bilgisi.

3.1. Yayımlanmamış tez

Çetinkaya, Ş. (2015). *Stochastic mortality using non – life methods*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Doğu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul

Çelik, S. (1999). *Üniversite kütüphanelerinde personel yönetimi ve Türkiye’de durum*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kütüphanecilik Anabilim Dalı, İstanbul.

Almeida, D. M. (1990). *Fathers’ participation in family work: Consequences for fathers’ stress and father-child relations*. (Unpublished master’s thesis). University of Victoria, Victoria, British Columbia, Canada.

Wilfley, D. E. (1989). *Interpersonal analyses of bulimia: Normal-weight and obese*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Missouri, Columbia.

Bıkmaz, F. (2001). *İlköğretim 4 ve 5. sınıf öğrencilerinin fen bilgisi dersindeki başarıları ile ilişkili çeşitli faktörler*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

3.2. Yayımlanmış tez

May, B. (2007). *A survey of radial velocities in the zodiacal dust cloud*. Bristol, UK: Canopus Publishing.

3.3. Elektronik tez: Elektronik veri tabanında arşivlenmiş

Rich, P. D. (1989). *The rule of ritual in the Arabian Gulf, 1858-1947: The influence of English public schools* (Doktora tezi). Erişim adresi ProQuest Dissertations and Theses – UK ve Ireland. (AAT 8918197)

3.4. Elektronik tez: Kurumsal arşivde arşivlenmiş

Bilir, C. (2014). *Supply chain network optimization model incorporating competitive facility location problems*. (Doktora tezi, Doğu Üniversitesi, İstanbul). Erişim adresi <https://hdl.handle.net/11376/1039>

Tonta, Y. A. (1992). *An analysis of search failures in online library catalogs* (Doktora tezi, Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley). Erişim adresi: <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/yayinlar /phd/ickapak.html>

4. SEMPOZYUM VE TOPLANTI BİLDİRİLERİNE ATIF VERME

4.1. Basılmış konferans kitabında bildiri

Game, A. (2001). Creative ways of being. J. R. Morss, N. Stephenson ve J. F. H. V. Rappard (Ed.), *Theoretical issues in psychology: Proceedings of the International Society for Theoretical Psychology 1999 Conference* içinde (3-12. ss.). Sydney: Springer.

Deci, E. L, ve Ryan, R. M. (1991). A motivational approach to self: Integration in personality. In R. Dienstbier (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation*: Vol. 38. Perspectives on motivation (pp. 237-288). Lincoln: University of Nebraska Press.

4.2. Basılmış konferans kitabında bildiri: Editörü olmayan

Doğdaş, T. ve Akyokuş, S. (2013). Document clustering using GIS visualizing and EM clustering method. *2013 IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA)* içinde (1-4. ss.). Piscataway, NJ: IEEE. <https://dx.doi.org/10.1109/INISTA.2013.6577647>

4.3. Elektronik konferans kitabında bildiri: Elektronik veri tabanı

Balakrishnan, R. (2006, March). *Why aren't we using 3D user interfaces, and will we ever?* Paper presented at the IEEE Symposium on 3D User Interfaces. <https://dx.doi.org/10.1109/vr.2006.148>

4.4. Yayımlanmamış konferans bildirisi

Santhanam, E., Martin, K., Goody, A. ve Hicks, O. (2001). *Bottom-up steps towards closing the loop in feedback on teaching: A CUTSD project*. Paper presented at Teaching and Learning Forum – Expanding horizons in teaching and learning, Perth, Australia, 7-9 February 2001.

Not: Yukarda yer alan kaynak gösterimlerde bulamadığınız farklı materyal veya konu başlıklarındaki kaynak gösterimleri için internetteki APA Kaynak Gösterimi ile ilgili web sayfalarından ya da aşağıdaki linkteki bilgilerden yararlanabilirsiniz.

Şencan, İ., ve Doğan, G. (2017). Bilimsel yayınlarda kaynak gösterme, tablo ve şekil oluşturma rehberi: APA 6 Kuralları. *Türk Kütüphaneciliği Dergisi*, Ankara. https://www.tk.org.tr/APA/apa_2.pdf

YAYINA KABUL EDİLEN MAKALELERİN YAZIM KURALLARI

1. Makalenin Kenar boşlukları; sol, sağ, alt ve üst **3 cm** olmalıdır. Sayfa yapısı A4 (21 cm x 29.7 cm) kağıt ebatlarına uygun ayarlanmalıdır.
2. Yayına kabul edilen makaleler, **Calibri** yazı karakterine göre **12 punto** olarak düzenlenmeli ve satır numaraları kaldırılmalıdır. Öz ve Abstract **metinleri**, 10 punto (normal, düz ve ortalı) yazılmadır.
3. **Türkçe başlık 14 punto** (koyu ve ortalı) küçük harflerle (kelimenin ilk harfi büyük) ve düz yazılmalıdır. **İngilizce başlık 12 punto** (koyu ve ortalı) yazılmalıdır.
4. Yazar isimleri, Türkçe başlık sonrası **12 punto** (koyu, ortalı ve düz) ve bir boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
5. Yazar isimlerinin sonuna adres için üst simge olarak **rakam**, sorumlu yazarı belirtmek için ise * simgesi verilmelidir.
6. Adres satırı, yazar isimleri sonrasında 1 boşluk bırakılarak **10 punto** (normal, düz ve ortalı) yazılmalı ve adres satırının sonuna parantez içinde yazarın **ORCID** numarası yazılmalıdır.
7. Adres satırlarının altına sorumlu yazarın e-posta adresi belirtilmelidir.
8. Öz ile Anahtar Kelimeler ve Abstract ile Key Words arasında **tek satır boşluk** bırakılmalıdır.

9. **Anahtar Kelimeler** ve **Key Words** sözcükleri paragraf yapılmadan **sola yaslı, koyu, 10 punto** ve **tek sütun** olarak yazılmalıdır.
10. Sorumlu yazar e-posta adresi satırı ile Öz arasında **iki boşluk** bırakılmalıdır. Ayrıca, Anahtar Kelimeler ile İngilizce başlık arasında da **iki boşluk** bırakılarak yazılmalıdır. Öz ve Abstract 10 punto, tek satır, düz ve tek sütun olarak yazılmalıdır.
11. Öz, Anahtar Kelimeler, Abstract ve Key Words paragraf yapılmadan **koyu** yazılmalıdır. Anahtar Kelimeler ve Key Words düz ve sola dayalı yazılmalıdır.
12. Key Words ile ana metin (Giriş) arasında **iki satır boşluk** bırakılmalıdır. Metin yazımında **12 punto Calibri** yazı karakteri kullanılmalıdır.
13. Metin ana başlıkları **12 punto Calibri** (kelimelerin ilk harfi büyük, **koyu**) kullanılarak yazılmalıdır. Alt başlıklar **12 punto italik** ve kelimelerin ilk harfi büyük yazılmalıdır.
14. Ana ve alt başlıklarda numaralandırma kullanılmamalıdır. Metin ana başlıkları ile metin başlangıcı ve sonu arasında 1'er boşluk bırakılmalıdır.
15. Çizelge başlıkları, çizelgenin üstünde; şekil başlıkları ise şeklin altında **10 punto (asılı)**, ilk harfleri büyük yazılmalıdır. Satır aralıkları **1.15** olmalıdır.
16. Çizelge ve Şekillerden önce ve sonra bir satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil ve Çizelgelerin içerikleri **10 Punto** olacak şekilde düzenlenmelidir.
17. Kaynaklar **10 Punto** ile yazılmalı, satır aralığı **1.0** olmalıdır. Kaynaklar düzenlenirken, kaynağın ilk satırı sol baştan başlamalı diğer satırları ise **1 cm** içeride (askıda) olmalıdır.
18. Yayınlanmasına karar verilen eserler, sadece şekilsel olarak, yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda yeniden düzenlenmeli, yazar(lar)ca herhangi bir eklenti ya da çıkartma yapılmamalıdır.
19. Makale içerisinde, dergi basıldığı haliyle görünen hataların sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayın Kurulundan kaynaklanan basım hataları için ise düzeltme yayınlanabilir.
20. Eserlerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir. Eserler bilim etiği ilkelerine uygun olarak hazırlanmalı, gerekliyse **Etik Kurul Raporu**'nun kopyası eklenmelidir.

Yazarların, <http://dergipark.gov.tr/harranziraat> web sayfasındaki Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'nin son sayılarında yayınlanmış makaleleri inceledikten sonra, makalelerini baskıya hazır hale getirmeleri önerilir.

BASIM GİDERİ VE DERGİ HESAP BİLGİLERİ

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'ne gönderilen makale yayına kabul edildikten sonra, basım gideri olarak 100 TL'lik meblağın aşağıda belirtilen dergi hesabına yatırılması gerekmektedir. Basım ücreti, az gelişmiş ülkelerden gelen makaleler için talep edilmeyebilir. Yatırılan ücrete ait **dekont, Dergipark sisteminden** Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'ne kullanıcı bilgileriyle giriş yapılarak "**PDF formatında**" yüklenmelidir.

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Türkiye İş Bankası Harran Üniversitesi Şubesi, ŞANLIURFA

Hesap No : 6705-0010252

IBAN : TR62 0006 4000 0016 7050 0102 52

HARRAN JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD SCIENCES

GUIDE FOR AUTHORS

INSTRUCTION FOR AUTHORS

All manuscripts submitted to our journal for publication should be prepared using softwares compatible with Microsoft Office based programs and sent online through Dergipark with final checklist (signed by corresponding author) and copyright release form (after signed by all authors) attached. No modification is possible in manuscripts after the final publication decision has been made. All responsibility for any mistakes still standing in the manuscripts after published belongs to the author/s. Additional corrections may be issued for errors arised from the publication committee.

Manuscripts must be prepared to comply with the following rules otherwise, they are turned down and returned to the author/s without any consideration for publication.

SUBMITTING THE MANUSCRIPT FOR THE FIRST TIME

1. Manuscripts should be typed **double spaced** throughout using Microsoft Word Software on **A4 papers (210 mm x 297 mm)** with **Calibri** font **12 pt.** and **3 cm** margins on all sides.
2. All lines should be numbered in the left-hand margin and author affiliations should be blinded for the first time the manuscript has been submitted.
3. Manuscripts should include the following sections; **Introduction, Material and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Appendices** (if needed), and **References**.
4. **Title** must be short, specific, and informative as well as typed using **Calibri** font **14 pt. bold** and adjusted at the middle, each word starting with capital letter. Title should include no more than 15 words. English translation must be as close as possible to the title written in Turkish, typed using 12 pt font in bold.
5. **Abstract:** Title to the abstract must start next to the left-hand margin with no indentation. Abstract both in Turkish and English must be type using 10 pt. and include **no more than 250 words**. There must be no more than 5 key words placed underneath the abstracts (in Turkish and English).
6. **Introduction:** This section should include the objective, justification and the scope of the research as well as previous works that directly relate to it. In this section the objective must be summarized, evaluating the current knowledge, based on relevant previous work and issues needed to develop new information should be emphasized and associated to the research. Finally, the aim of the study should be clearly stated.
7. **Material and Methodology:** This section should clearly include the material (either live or lifeless) used, methods applied, criteria evaluated, block designs or sampling methods used, and statistical analyses carried out as well as references backing the reasearch. New and modified methods should be well described so that researchers of the same specialization may have a chance to repeat the study. Subtitles may be used, if necessary, to serve this purpose.
8. **Results and Discussion:** Study findings must be demonstrated clearly using tables and figures, based on the results from statistical analyses. Findings of statistical importance should be interpreted using an appropriate comparison procedure suitable for the statistical anaysis technique applied in the study. Such statistics should be assigned letters to show the level of statistical importance. The same data should not be given both in

tables and figures and thus the most appropriate tools need to be chosen, avoiding duplicate sentences and statements in written narration. In the discussion section, comparisons should be made in terms of harmony and contrast with the previous studies and specific attention should be drawn to the lack of knowledge the study removes.

9. **Conclusions:** This section should include concisely the final results and implications, if any, along with their contribution to the theory and practice.
10. **Appendices:** Institutions supporting the study should be cited in this section. Additional information should be given in the appendix section if the manuscript applied for publication in HJAFS has been based on theses and/or dissertations and if it has been presented in symposia.
11. Photographs, graphics and drawings should be inserted in the manuscripts as “**Figures**” and tabulations be arranged as “**Tables**”.
12. Tables and Figures should be consecutively numbered (e.g., **Figure 1** or **Table 1** etc.), with their contents typed using font **10 pt**.
13. Titles of the rows and columns in Tables must be typed in **bold** and other sections typed with plain letters.
14. Titles of Tables should be placed above and of Figures be placed below them.
15. English translations to the titles of Tables and Figures must go right below their Turkish counterparts, typed in *italic* (in case the manuscript has been drafted in English, Turkish translations of the titles of Tables and Figures must be included) such as;

Figure 1. The average temperature, average relative humidity and average monthly rainfall data detected in the research orchard (average of the years 2007-2011)

Şekil 1. Araştırma bahçesinde tespit edilen ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve aylık yağış miktarı ortalaması değerleri (2007-2011 yılları ortalaması)

Table 2. Phenological observation results of peach cultivars for between 2007 and 2011

Çizelge 2. Şeftali çeşitlerinin 2007 - 2011 yılları arasındaki fenolojik gözlem sonuçları

16. English translations to main parameters found in Tables and Figures must go under these parameters, typed using *italic* letters (in case the manuscript has been drafted in English, parameters found in Tables and Figures should be accommodated with their Turkish translations, such as;

Table 3. Some pomological properties of peach varieties

Çizelge 3. Denemede yer alan şeftali çeşitlerinin bazı pomolojik özellikleri

Çeşitler <i>Varieties</i>	Meyve ağırlığı (g) <i>Fruit weight (g)</i>	Meyve eni (mm) <i>Fruit width (mm)</i>	Meyve boyu (mm) <i>Fruit length (mm)</i>	Çekirdek ağırlığı (g) <i>Kernel weight (g)</i>
Cardinal	78.19 c	50.73 b	48.48 c	5.06 b
Cresthaven	129.58 b	61.69 ab	59.56 b	8.31 a
Dixired	218.73 a	74.37 a	76.70 a	8.24 ab

17. Decimal numbers in the manuscripts as well as in Tables/Figures must be separated using a **dot** (.) and thousands digits must be separated with a **space** (e.g., 123.87; 0.987; 1 375 000; 3 558 etc.).
18. **Units:** International Unit System (**SI**) must be followed in drafting manuscripts. And so, instead of using g/l and mg/l, **g l⁻¹** and **mg l⁻¹** or **ppm** (parts per million) notations must be used. Percentages must be explanatory such as, instead of using 3 %, 3 % (w/v), 3 % (v/v), and 3 % (w/w) etc. must be used.
19. **Abbreviations and Symbols:** Titles of all sorts should include no abbreviations. Necessary abbreviations may be placed in parentheses, where concepts are first encountered. Abbreviations and Symbols must comply with the general rules of the relevant study field.
20. **Formulae:** The formulae must be referred to as "Equality" throughout the manuscript and typed in **italic**. Multiple formulae, if any, should be numbered consecutively with their numbers placed in parentheses next to them, squeezed to the right-hand margin.
21. First draft of the manuscript should not exceed 25 pages.

Citation Examples

It was taken from Murdoch University Web Site.

Source: <https://libguides.murdoch.edu.au/APA/examples>

Single author

- The short references within the text are given wholly or partly in round brackets.
- Use only the surname of the author followed by a comma and the year of publication:

(Matthews, 1999)

- Include page, chapter or section numbers if you need to be specific. The abbreviation for page is p. and the abbreviation for pages is pp.:

Matthews discusses the role of drawings in the psychological evaluation of children (1979, pp. 34-35). OR

... in the psychological evaluation of children has been studied elsewhere (Matthews, 1979, pp. 34-35).

Two authors

- Cite both authors every time you cite within the text.
- Separate the the authors' names in the citation with an "&":

(Lawson & Green, 1997, pp. 34-35)

- When the authors' names are incorporated into the text the "&" is replaced with "and". Always cite both names every time the reference occurs in the text:

Lawson and Green (1997, pp. 34-35) were unable ...

Three or more authors

- The first citation in the text of a work with three, four or five authors gives the surnames of all the authors:

Wasserstein, Zappulla, Rosen, Gerstman, and Rock (2004, p. 301) have found ... OR

... as has been found in a previous study (Wasserstein, Zappulla, Rosen, Gerstman, & Rock, 2004, p. 301).

- In subsequent citations in the text, only the surname of the first listed author is used, followed by the expression "et al." which means "and others":

Wasserstein et al. (2004, p. 301) have found...

- If there are six or more authors, only the surname of the first author is used, followed by et al.:

Littlewood et al. (1997) have found ... OR

... as has been previously demonstrated (Littlewood et al., 1997).

Volume numbers included

- Include volume numbers within the citation between the year and the page numbers.
- If more than one volume is given separate with a ";":

This theory is dealt with in detail by Brysen (2003, vol. 2, p. 23; vol. 3, pp. 17-36).

Authors with the same surname

- Make a distinction between authors with the same surname by including the author's initials.
- If the author's surname is incorporated in the text place the initials before the surname; if it is a citation within brackets the initials follow the surname:

The theory was propounded in 1970 (Larsen A.E., 2001) ...

M.K. Larsen (2003) is among those ...

Multiple works by the same author in the same year

- A distinction is made by adding lower case letters, a, b, c, etc. to the date.
- These letters are also included in the full reference in the reference list to distinguish between the two documents:

Bursch (2005a) described how the yak made transport possible in the high mountains of Inner Asia, as did the llama in the Andes of South America (Bursch, 2005b).

Corporate author

- These are works without a personal author.
- Corporate authors may be associations, agencies like government departments, corporations or organisations.
- Names of organisations should be given in full the first time they are cited within the text.

- In subsequent citations, these names may be abbreviated in the text if the abbreviation is meaningful or well known:

(CSIRO, 1999) ...

As predicted by the Centre of Independent Studies (1997) ...

More than one work cited

- List all sources of information either in the text or within the citation separated by a semicolon (;):

(Haddon, 1999; Larsen, 1991) ...

Haddon (1999) and Larsen (1991) demonstrated that ...

(Haddon, 1999, vol. 3, p. 734; Larsen, 1991, p. 11)

No author

- When a work has no author or the author is anonymous, cite in the text the first few words of the reference list entry (usually the title) and the year.

- Use italics for the title:

This was apparently not the case in seventeenth-century England (*On Travelling to London*, 1683) ... OR

On Travelling to London (1683) reveals that this was not true.

No date of publication

- Use the abbreviation n.d. to indicate that no date of publication is given:

Carruthers (n.d.) has suggested ... OR

(Carruthers, n.d.)

Newspapers

- If the author of the article is named, cite in the normal way with the author and date. If there is no author given, cite the newspaper title in italics.

- Include the specific date as well as year and page or section numbers if appropriate:

(*Canberra Times*, 24 Jan. 1997, p. B6) ...

The Weekend Australian (24-25 Jan. 1997, p. 19) reported ...

a. Reference Journal Articles;

References must be arranged in alphabetical order and the title of the Journal must be typed in italic.

Articles with a single author

Mamay, M. (2015). Nar yaprakbiti [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)]'nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki bulaşıklık haritası. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5(3), 159-166.

Mellers, B. A. (2000). Choice and the relative pleasure of consequences. *Psychological Bulletin*, 126(3), 910-924.

Kabapınar, Y. (2002). İlköğretim hayat bilgisi ve sosyal bilgiler öğretiminde kullanılan ders kitapları ve öğretim materyalleri açısından Türkiye ve İngiltere örnekleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2, 247-270.

Articles with two authors

Klimoski, R., ve Palmer, S. (1993). The ADA and the hiring processing organizations. *Consulting Psychology Journal: Practice and Research*, 45(2), 10-36.

Basunia, M. A., ve Abe, T. (2001). Thin-layer solar drying characteristics of rough rice under natural convection. *Journal of Food Engineering*, 47(4), 295-301.

Mamay, M., ve Ünlü, L. (2013). Şanlıurfa ili nar bahçelerinde Harnup güvesi, *Apomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)'nin ergin popülasyon gelişimi ve zarar oranının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3(3), 121-131.

Articles with three to six authors

Barnard, R., de Luca, R., ve Li, J. (2015). First-year undergraduate students' perceptions of lecturer and peer feedback: A New Zealand action research project. *Studies In Higher Education*, 40(5), 933-944. <https://doi.org/10.1080/03075079.2014.881343>

İkinci, A., Mamay, M., Unlu, L., Bolat, I. ve Ercisli, S. (2014). Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau*, 56(4), 131-138. <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>

Mamay, M., Ünlü, L., Yanık, E., Doğramacı, M., ve İkinci, A. (2016). Efficacy of mating disruption technique against Carob Moth, *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Southeast Turkey (Şanlıurfa). *International Journal of Pest Management*, 62(4), 295-299.

Soywitz, K. J., Mannarino, A. P., Berliner, L., ve Cohen, J. A. (2000). Treatment for sexually abused children and adolescents. *American Psychologist*, 55, 1040-1049.

Articles with more than six authors

Kasabov, N., Scott, N. M., Tu, E., Marks, S., Sengupta, N., Capecci, E., . . . Yang, J. (2016). Evolving spatio-temporal data machines based on the NeuCube neuromorphic framework: Design methodology and selected applications. *Neural Networks*, 78(2), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2015.09.011>

b. Citing books;

Mohsenin, N. N. (1970). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

Hesapçioğlu, M. (2001). *Türkiye’de makro düzeyde insan kaynaklarının planlanması*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Freeman, Y. S. ve Freeman, D. E. (1996). *Teaching, reading, and writing in Spanish in the bilingual classroom*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Wills, G. (1994). *Certain trumpets: The call of leaders*. New York, NY: Simon ve Schuster.

Mayer, G., ve McDonald, B. (2007). *Encyclopedia of film*. Westport, CT: Greenwood Press.

Smith, S., Ladd, R. E., ve Pasquerella, L. (2008). *Ethical issues in home health care*. Springfield, IL: Charles C. Thomas.

Ranzijn, R., McConnochie, K. ve Nolan, W. (2009). *Psychology and indigenous Australians: Foundations of cultural competence*. South Yarra, Vic: Palgrave Macmillan.

c. Citing book chapters;

Author, A. A. (Year). Chapter title. In E. E. Editor (Ed.), *Title of book: And subtitle* (pp. pages). Place: Publisher.

Walstra, P., Van Vliet, T. ve Bremer, C.G.B. (1990). On the fractal nature of particle gels. In E. Dickinson (Ed.), *Food polymers, gels and colloids* (pp. 369-382). Norwich, UK: The Royal Society of Chemistry.

Kejanlioğlu, B. (2005). Medya alışmalarında kamusal alan kavramı. Meral Özbek (Ed.), *Kamusal alan içinde* (s. 689-713). İstanbul: Hil.

d. Citing works with anonymous authors;

Anonymous. (2005). Tereyağı, diğer süt yağı esaslı sürülebilir ürünler ve sadeyağ tebliği. Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2005/19, Ankara.

e. Citing works from internet sources;

Anonymous. (2010). Food safety shake-up needed in the USA. *The Lancet*, 375(9732), 2122. Retrieved from <http://www.thelancet.com>

Çınar, M., Doğan, D. ve Seferoğlu, S. S. (2015, Şubat). *Eğitimde dijital araçlar: Google sınıf uygulaması üzerine bir değerlendirme* [Öz]. Akademik Bilişim Konferansında sunulan bildiri, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir. Retrieved from <http://ab2015.anadolu.edu.tr/index.php?menu=5 &submenu=27>

FAO (2015). *Statistical data of FAO*. Retrieved from <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>.

Neurology. (n.d.). In *Wikipedia*. Retrieved August 8, 2007, from <http://en.wikipedia.org/wiki/Neurology>

New child vaccine gets funding boost. (2001). Retrieved March 21, 2001, from http://news.ninemsn.com.au/health/story_13178.asp

Freakonomics. (2010, October 29). E-ZPass is a life-saver (literally) [Blog post]. Retrieved from <http://freakonomics.blogs.nytimes.com/2010/10/29/e-zpass-is-a-life-saver-literally/>

All 33 Chile miners freed in flawless rescue. (2010, October 13). Retrieved from http://www.msnbc.msn.com/id/39625809/ns/world_news-americas/

f. Citing papers presented in Conferences/Symposiums and/or published in Conference Proceedings;

Game, A. (2001). Creative ways of being. J. R. Morss, N. Stephenson ve J. F. H. V. Rappard (Ed.), *Theoretical issues in psychology: Proceedings of the International Society for Theoretical Psychology 1999 Conference* içinde (3-12. ss.). Sydney: Springer.

Deci, E. L, ve Ryan, R. M. (1991). A motivational approach to self: Integration in personality. In R. Dienstbier (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation: Vol. 38. Perspectives on motivation* (pp. 237-288). Lincoln: University of Nebraska Press.

Doğdaş, T. ve Akyokuş, S. (2013). Document clustering using GIS visualizing and EM clustering method. *2013 IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA)* içinde (1-4. ss.). Piscataway, NJ: IEEE. <https://dx.doi.org/10.1109/INISTA.2013.6577647>

g. Citing of Theses and Dissertations;

Mamay, M., 2013. Şanlıurfa ilinde nar bahçelerinde Harnup güvesi [*Apomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)]'nin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi ile mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme (Mating Disruption) Tekniği'nin Kullanılması. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 146s.

Thesis in print: Unpublished

Hos, J. (2005). *Mechanochemically synthesized nanomaterials for intermediate temperature solid oxide fuel cell membranes*. Unpublished PhD thesis, University of Western Australia, Crawley, Western Australia.

Milnes, G. M. (1998). *Adolescent depression: The use of generative instruction to increase rational beliefs and decrease irrational beliefs and depressed mood*. Unpublished M.Appl.Psy. thesis, Murdoch University, Perth, Western Australia.

Thesis in print: Published

May, B. (2007). *A survey of radial velocities in the zodiacal dust cloud*. Bristol, England: Canopus Publishing.

Thesis from a full text database

Bari, M. (2006). *A distributed conceptual model for stream salinity generation processes: A systematic data-based approach*. Retrieved from Australasian Digital Theses Program (WU2006.0058).

APA Style: Books

Examples

Single author

Matthews, J. (1999). *The art of childhood and adolescence: The construction of meaning*. London, England: Falmer Press.

Two authors

Colclough, B., & Colclough, J. (1999). *A challenge to change*. London, England: Thorsons.

Three to seven authors

Rosenthal, R., Rosnow, R. L., & Rubin, D. B. (2000). *Contrasts and effect sizes in behavioral research: A correlational approach*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Eight or more authors

When authors number eight or more, include the first six authors' names, then insert three ellipses and follow with the final author's name.

Edited work

Snyder, C. R. (Ed.). (1999). *Coping: The psychology of what works*. New York, NY: Oxford University Press.

Later edition

Newcomb, H. (Ed.). (2000). *Television: The critical view* (6th ed.). New York, NY: Oxford University Press.

No author

The Blackwell dictionary of cognitive psychology. (1991). Oxford, England: Blackwell.

No date of publication

Mandl, H., et al. (Eds.). (n.d.). *Learning and instruction: European research in an international context*. (Vol. 2). Oxford, England: Pergamon.

Two or more books by the same author published in the same year

Kubler-Ross, E. (1993a). *AIDS: The ultimate challenge*. New York, NY: Collier Books.

Kubler-Ross, E. (1993b). *Questions and answers on death and dying*. New York, NY: Collier Books.

Multivolume work

Russell, B. (1967). *The autobiography of Bertrand Russell* (Vols. 1-3). London, England: Allen & Unwin.

Translation

Bonino S., Cattelino E., & Ciairano, S. (2005). *Adolescents and risk: Behavior, functions, and protective factors*. (L. McDonald, Trans.). Milan, Italy : Springer. (Original work published 2003).

Organisation

American Educational Research Association. (1985). *Standards for educational and psychological testing*. Washington, DC: American Psychological Association.

Government publication

Australian Institute of Health and Welfare. (1999). *Australia's young people: Their health and wellbeing, the report on the health of young people aged 12-24 years*. Canberra, ACT: AIHW.

Government departments

Australia. Department of Health and Aged Care. (1999). *Mental health: A report focusing on depression, 1998*. Canberra, ACT: AGPS.

Western Australia. Office of Citizenship and Multicultural Interests. (2000). *2000 migrant services directory: A Western Australian guide for migrants and service providers*. Perth, WA: Office of Citizenship and Multicultural Interests.

APA Style Reference Examples

American Educational Research Association. (1985). *Standards for educational and psychological testing*. Washington, DC: American Psychological Association.

Angus, J. (2006). *Gorilla, Gorilla, Gorilla* [wood veneers, nylon]. Perth: Art Gallery of Western Australia.

Australia. Department of Health and Aged Care. (1999). *Mental health: A report focusing on depression, 1998*. Canberra, ACT: AGPS.

Australia. Department of Health and Aged Care. (2000). *National Youth Suicide Prevention Strategy*. Retrieved from <http://www.health.gov.au/hsdd/mentalhe/sp/nysps/about.htm>

Australian Bureau of Statistics. (1997). *Mental health and wellbeing: Profile of adults, Western Australia* (cat. no. 4326.5). Retrieved from AusStats: <http://www.abs.gov.au/ausstats>

- Australian Institute of Health and Welfare. (1999). *Australia's young people: Their health and wellbeing, the report on the health of young people aged 12-24 years*. Canberra, ACT: AIHW.
- Bedford, P. (2001). *Dingo dreaming* [ochre on canvas]. Reproduced in McCulloch, S., & McCulloch Childs, E. (2008). *McCulloch's contemporary Aboriginal art : The complete guide* (p.154). Fitzroy, Vic: McCulloch & McCulloch Australian Art Books.
- Bickman, L., & Ellis, H. (Eds.). (1990). *Preparing psychologists for the 21st century: Proceedings of the National Conference on Graduate Education in Psychology, 1988*, University of Utah. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum.
- The Blackwell dictionary of cognitive psychology*. (1991). Oxford, England: Blackwell.
- Bolton, G. C. (Speaker). (1975). *Towards an Australian environmental history* [Cassette recording]. Perth, WA: Media Services, Murdoch University.
- Bond, L., Carlin, J. B., Thomas, L., Rubin, K., & Patton, G. (2001). Does bullying cause emotional problems? A prospective study of young teenagers. *BMJ*, 323, 480-484. doi:10.1136/bmj.323.7311.480
- Borman, W. C., Hanson, M. A., Oppler, S. H., Pulakos, E. D., & White, L. A. (1993). Role of early supervisory experience in supervisor performance. *Journal of Applied Psychology*, 78, 443-449. doi:10.1037/0021-9010.78.3.443
- Colclough, B., & Colclough, J. (1999). *A challenge to change*. London, England: Thorsons.
- Depression (psychology) (2001). In *Microsoft Encarta Online Encyclopedia 2002*. Retrieved from <http://encarta.ninemsn.com.au>
- Evans, R. (1973). Labor market information in Japanese labor markets. In *Industrialization and manpower policy in Asian countries: Proceedings of the Regional Conference on Industrial Relations, Tokyo, Japan, 1973* (pp. 157-72). Tokyo: Japan Institute of Labour.
- Flower, R. (2015, June 1). How a simple formula for resolving problems and conflict can change your reality [Blog post]. *Pick The Brain*. Retrieved from <http://www.pickthebrain.com/blog/how-a-simple-formula-for-resolving-problems-and-conflict-can-change-your-reality/>
- French, L. A. (1986). *Cognitive consequences of education: transfer of training in the elderly* (Ph.D. thesis - University of Illinois, 1980). [Microform]. Ann Arbor, MI: University Microfilms International.
- Goldberg, I. (2000). *Dr. Ivan's depression central*. Retrieved from <http://www.psycom.net/depression.central.html>
- Google Maps. (2015, February 5). *The British Library, London, UK*. Google. Retrieved from <https://www.google.com.au/maps/place/The+British+Library/@51.529972,-0.127676,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x48761b3b70171395:0x18905479de0fdb25>
- Heimans, R. (1996). *Gloves Off (Tom Uren)* [oil paint on canvas]. Canberra: National Portrait Gallery. Retrieved from <http://www.portrait.gov.au/portraits/2000.36/gloves-off-tom-uren>
- How to cite references*. (1996). Retrieved from Murdoch University Library website: <http://wwwlib.murdoch.edu.au/find/citation/>

- Kessel, M. (Director). (1995). *The Making of a Monologue: Robert Wilson's Hamlet* [video, 1:02:18 mins]. New York: Cinema Guild. Retrieved January 29, 2015, from Theatre in Video.
- Kissane, K. (1998, September 5). Kiss or kill: Who is the victim when a battered woman kills? *The Age: Extra*, p. 6.
- Kubler-Ross, E. (1993a). *AIDS: The ultimate challenge*. New York, NY: Collier Books.
- Kubler-Ross, E. (1993b). *Questions and answers on death and dying*. New York, NY: Collier Books.
- Lampathakis, P. (1997, August 11). Tantrums seen as suicide warning. *The West Australian*, p. 26. Retrieved November 21, 2001, from Factiva.
- Leunig, M. (1995, July 27). Thoughts of a baby lying in a child care centre. *The Sydney Morning Herald*, p. 24.
- Mandl, H., et al. (Eds.). (n.d.). *Learning and instruction: European research in an international context* (Vol. 2). Oxford, UK: Pergamon.
- Matthews, J. (1999). *The art of childhood and adolescence: The construction of meaning*. London, England: Falmer Press.
- Mental disorders and their treatment. (1987). In *The new encyclopaedia Britannica* (5th ed., Vol. 23, pp. 956-975). Chicago, IL: Encyclopaedia Britannica.
- Milnes, G. M. (1998). *Adolescent depression: The use of generative instruction to increase rational beliefs and decrease irrational beliefs and depressed mood*. Unpublished M.Appl.Psy. thesis, Murdoch University, Perth, Western Australia.
- Murdoch University Library. (2017, February 22). In a dedication ceremony on Tuesday, Murdoch University celebrated the naming of the Library after eminent historian and Murdoch icon, the late Emeritus Professor Geoffrey Bolton [Facebook status update]. Retrieved from <https://www.facebook.com/murdochlibrary/?fref=ts>
- Newbold, C. R. (2014). *Can I Use that Picture? The Terms, Laws, and Ethics for Using Copyrighted Pictures*. The Visual Communication Guy. Retrieved from http://thevisualcommunicationguy.com/wp-content/uploads/2014/07/Infographic_CanIUseThatPicture4.jpg
- Newcomb, H. (Ed.). (2000). *Television: The critical view* (6th ed). New York: Oxford University Press.
- The pain of being a caffeine freak. (2001, October 6). *New Scientist*, 172(2311), 27.
- Parker, G., & Roy, K. (2001). Adolescent depression: A review. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 35, 572-580.
- Patton, G. C., et al. (1996). Is smoking associated with depression and anxiety in teenagers? *American Journal of Public Health*, 86, 225+. Retrieved November 20, 2001, from ProQuest.
- Payne, S. (1976). 'Dangerous and different': reconstructions of madness in the 1990s and the role of mental health policy. In Watson, S. & L. Doyal (Eds.), *Engendering social policy* (pp.180-195). Philadelphia, PA: Open University Press.
- Rosenthal, R., Rosnow, R. L., & Rubin, D. B. (2000). *Contrasts and effect sizes in behavioral research: A correlational approach*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Russell, B. (1967). *The autobiography of Bertrand Russell* (Vols. 1-3). London, England: Allen & Unwin.

- Russell, G. (Writer, Producer and Narrator), & Wiseman, P. (Producer). (1995). *Tackling bullies: An Australian perspective* [Video recording]. Melbourne, VIC: Video Classroom.
- Setrakian, L. (2017, January). *Lara Setrakian: 3 ways to fix a broken news industry*. [Video file]. Retrieved from https://www.ted.com/talks/lara_setrakian_3_ways_to_fix_a_broken_news_industry#t-521404
- Snyder, C. R. (Ed.). (1999). *Coping: The psychology of what works*. New York, NY: Oxford University Press.
- StudentVIP. (2017). *Lost on Campus* (Version 4.1.3) [Mobile application software]. Retrieved from <http://itunes.apple.com>
- Western Australia. Office of Citizenship and Multicultural Interests. (2000). *2000 migrant services directory: A Western Australian guide for migrants and service providers*. Perth, WA: Office of Citizenship and Multicultural Interests.

REVISION OF MANUSCRIPTS AFTER THE ACCEPTANCE

1. Manuscripts should be prepared to have the width at 3 cm for all margins, and typed on A4 papers (21 cm x 29.7 cm).
2. Manuscripts accepted for publication in HJAFS should be typed using **Calibri** font **12 pt.** but this time without the line numbers put earlier in the reviewing process. Abstracts should be typed using 10 pt. font size (plain, no bold and adjusted).
3. Turkish title must be typed using small letters in **14 pt font** bold and adjusted with each word starting with a capital letter.
4. Names of authors should be typed using 12 pt. font (plain, bold and adjusted) and be placed after the Turkish title with a space between each author.
5. A number must be assigned as a superscript located at the end of the names to indicate address information and the symbol * should be used to indicate the corresponding authorship.
6. Address lines must be typed using **10 pt.** font (plain and adjusted), following the names of authors with a space between each author. The address line should include the **ORCID** number of the author at the end of it.
7. E-mails of the corresponding authors must be provided underneath the address lines.
8. An empty line should be supplied between **Öz** and **Anahtar Kelimeler** as well as between **Abstract** and **Key Words**.
9. The words "**Anahtar Kelimeler**" and "**Key Words**" must be typed in a single column using **10 pt. font** in bold and **squeezed to the left**.
10. There must be two line breaks between the corresponding author's e-mail and abstract and the same goes between the key words and the title. **Öz** and abstract must be typed plain in a single column using **10 pt. font**.
11. Abstract and Key Words must be typed in **bold** with no indentation. Key Words must be typed plain and squeezed to the left.
12. **Two empty lines** must be provided between Key Words and introduction. The main text should be typed using **Calibri** font **12 pt.** size.
13. Main titles of the text must be typed using **Calibri** font **12 pt.** in **bold** with words each starting with a capital letter. Subtitles must start with words each starting with a capital letter typed using **Calibri font 12 pt.** in *italic*.
14. No line numbers should be assigned to main titles and subtitles. Allow a single empty

line between main titles and the beginning of the text as well as between the main titles and the end of the text.

15. Titles of Tables should be placed above and of Figures be placed below them, typed 10 pt. font (indented 1 cm inside) with the words starting with a capital letter, allowing line break of 1.15 width.
16. A line break should be applied before and after the Tables and Figures. Contents of Tables and Figures should be typed using 10 pt. font.
17. References must be typed using **10 pt. font** with a line break of **1.0** width. First lines of the references must be flushed to the left-hand side margin with their following lines indented 1 cm inside.
18. Manuscripts accepted for publication must be revised using only minor editorial modifications, complying with the rules given above. Contents of the manuscripts may not be altered by authors once they are accepted.
19. All responsibilities for the errors appeared after the publication belong to the author(s).
Other errors arising from the publication committee are subject to corrections.
20. All responsibilities belong to the authors writing the paper published in HJAFS. Manuscripts must be prepared complying to ethical rules, accompanied by a copy of ethical committee report, if necessary.

It is strongly advised that authors have a look at the papers published in the latest volumes, visiting the journal's web site <http://dergipark.gov.tr/harranziraat> and then they revise their manuscripts for publication.

PUBLICATION COSTS AND JOURNAL'S BANK ACCOUNT INFORMATION

Harran Journal of Agricultural and Food Sciences has a publication fee of 100 Turkish Liras payable to the following journal account after the manuscript has been accepted. There is a fee waiver publicly applicable to manuscripts coming from the third world countries. **The receipt** for the money wired to our bank account must be uploaded in **PDF format** by entering the Harran Journal of Agricultural and Food Sciences via user information over the **Dergipark system**.

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi (Harran Journal of Agricultural and Food Sciences)

Bank Account Information:

Türkiye İş Bankası Harran Üniversitesi Şubesi, ŞANLIURFA

Account Number: 6705-0010252

IBAN : TR62 0006 4000 0016 7050 0102 52

TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu Başkanlığına

Eserin Adı:

Yazar(lar);

- Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu;
- Tüm yazarların bu çalışmaya bireysel olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını;
- Tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını;
- Makalenin başka bir yerde özet dışında basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını;
- Makalede bulunan metnin, şekillerin ve dokümanların başkalarına ait Telif Haklarını ihlal etmediğini taahhüt ederler.

Bununla birlikte, yazarların veya varsa yazarların işverenin;

- Patent hakları;
- Yazar(lar)ın kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı;
- Makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır.
- Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasına Harran Tarım ve Bilimleri Dergisi yayımcı kuruluş olarak belirtilmesi ve Dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir.

Ben / Biz, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarla istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu, ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığını taahhüt ederim/ederiz.

1. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

2. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

Telif Hakkı Devir Sözleşmesi tüm yazarlarca imzalandıktan sonra tek bir form olarak sisteme yüklenmelidir)

Lütfen arka sayfaya geçiniz.

<http://ziraatdergi.harran.edu.tr>

ISSN: 2148-5003
e-ISSN: 2587-1358