



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, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu,
İşletme Bilgi Yönetimi Bölümü, Silifke / 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

Prof. 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): 2
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: 24.06.2020

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: 2

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof.Dr. Ayhan ATLI

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Eser Kemal GÜRCAN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Fahrettin GÖĞÜŞ

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Fatin CEDDEN

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Halil KIRNAK

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Hatice KALKAN YILDIRIM

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof.Dr. İrfan ÖZBERK

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Kenan BARİK

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

Prof. Dr. Mahir TURHAN

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Mustafa BAYRAM

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Mustafa Yıldırım CANBOLAT

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

Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Eyyüp KARAOĞUL

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama

Doç Dr. İrfan TURHAN

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç Dr. Kemal DOĞAN

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç. Dr. Mustafa Hakkı AYDOĞDU

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Doç Dr. Mustafa SAĞLAM

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

Doç. Dr. Özgür SAĞLAM

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Turgut ATAY

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe YEŞİLAYER

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Kamuran KAYA

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fatih YILMAZ

Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Meriç ŞİMŞEK ASLANOĞLU

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk GAMLI

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

Spray drying of organic strawberry extract Organik çilek özütünün püskürtmeli kurutulması Sultan CAN, Fahrettin GÖĞÜŞ, Hüseyin BOZKURT	126-139
Effect of roasting temperature and time on some physical and sensory properties of roasted chickpea (leblebi), and kinetic studies of the changes in leblebi color Farklı Sıcaklık ve Sürelerinin Leblebilerin Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi ve Leblebi Rengindeki Değişim Kinetiği Hidayet SAĞLAM, Atif Can SEYDİM	140-150
Ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i>) genotiplerinin gluten kalitesinin glutopik cihazı ile değerlendirilmesi Evaluation of gluten quality of bread wheat (<i>Triticum aestivum</i>) genotypes with glutopik device Mehmet ŞAHİN, Aysun GÖÇMEN AKÇACIK, Seydi AYDOĞAN, Berat DEMİR, Çiğdem MECİTOĞLU GÜÇBİLMEZ, Sümeyra HAMZAOĞLU, Sadi GÜR, Telat YILDIRIM	151-164
Yeni bir izotonik içecek olarak; nar, kıvılcık ve karadut suları ile zenginleştirilmiş elma suyu üretim olanakları As a new kind of isotonic drinks; the possibilities of the production of apple juice enriched by pomegranate, cranberry and black mulberry juice Öznur TOĞRUL, İbrahim HAYOĞLU	165-173
Kullanıma hazır dondurulmuş gölevez üretimi Ready-to-use frozen taro production Manolya Eser ÖNER, Erman BAŞ, Mehmet Durdu ÖNER	174-184
Modelling the link between soil erosion and arable crop farmers income in Delta State, Nigeria Nijerya, Delta Eyaletinde toprak erozyonu ile tarla bitkileri çiftçileri gelirleri arasındaki bağlantıyı modellemek Theophilus Miebi GBIGBI	185-194
Bazı bitkisel uçucu yağların <i>Aphis craccivora</i> (Koch) ve <i>Myzus persicae</i> (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)'ya karşı fumigant etkileri Fumigant effects of some plant essential oils against <i>Aphis craccivora</i> (Koch) and <i>Myzus persicae</i> (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) Orhan MÜLAYİM, Özdemir ALAOĞLU, Hüseyin ÇETİN	195-203

Düşük sıcaklık koşullarında fosfin fümigasyonunun bazı depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerine etkisi The effect of phosphine fumigation on some stored product pests at low-temperature conditions Sait ERTÜRK, Umut TOPRAK	204-211
Şanlıurfa ilinde besiyeye alınmış farklı sığır ırklarının besi performanslarının ve karkas özelliklerinin karşılaştırılması The comparison of fattening performance and carcass characteristics of different cattle breeds raised in Sanliurfa province Ayşe PINARBAŞI, Kemal YAZGAN	212-221
Bazı üzüm (<i>Vitis vinifera</i> L.) çeşitlerine ait salkım iskeletlerinin toplam fenolik bileşik ve trans-resveratrol düzeyleri Total phenolic compound and trans-resveratrol levels of some grape (<i>Vitis vinifera</i> L.) stems Hande Tahmaz KARAMAN, Damla Yüksel KÜSKÜ, Gökhan SÖYLEMEZOĞLU	222-228
Toprak sıcaklığının ısı miktarına bağlı olarak değişiminin matematiksel modellenmesi Mathematical modeling of soil temperature change depending on heat amount İmanverdi EKBERLİ, Coşkun GÜLSER	229-240
Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyelerinin geç dönemde yetiştirilen hıyarın verim ve verim bileşenleri üzerine etkisi Effect of mycorrhiza application and different irrigation level on yield and yield components of cucumber grown in late period Sabri AKIN, Mehmet ŞİMŞEK, Ali SARIOĞLU, Ali Demir KESKİNER	241-249



Spray drying of organic strawberry extract

Organik çilek özütünün püskürtmeli kurutulması

Sultan CAN^{1*} , Fahrettin GÖĞÜŞ¹ , Hüseyin BOZKURT¹ 

¹Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, University of Gaziantep, 27310 Gaziantep, Turkey

To cite this article:

Can, S., Göğüş, F. & Bozkurt, H. (2020). Spray drying of organic strawberry extract. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 126-139.
DOI: 10.29050/harranziraat.675002

Address for Correspondence:

Sultan CAN
e-mail:
sultancan95@gmail.com

Received Date:

14.01.2020

Accepted Date:

15.05.2020

© 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

In this study, the effects of spray drying parameters on organic strawberry extract were investigated. Response surface methodology was applied to optimize spray drying conditions. Air inlet temperature (120-150°C), extract mass percentage in the feed mixture (m/m in dry basis 15-50%) and solid content of feed (20-40 °Bx) were the independent process variables and maltodextrin was used as encapsulating agent. The responses of model were operational efficiency (yield) and phenolic retention. The optimum temperature, extract mass percentage and solid content of feed were estimated as 120°C, 23.26% (m/m) extract, and 20.00 °Bx. The maximum levels of responses under optimum conditions were obtained as operational efficiency of 91.95% and phenolic retention of 79.62%. It was found that the most important variable was extract mass percentage in production of strawberry extract powders. As a result, organic strawberry extract powder can be effectively produced by spray drying.

Key Words: Encapsulation, Response surface methodology, Spray drying, Strawberry

Öz

Bu çalışmada, püskürtmeli kurutma parametrelerinin organik çilek özütüne etkisi incelenmiştir. Püskürtmeli kurutma koşullarını optimize etmek için tepki yüzey metodolojisi uygulandı. Hava girişi sıcaklığı (120-150°C), besleme karışımındaki özüt kütle yüzdesi (kuru bazda, 15-50%) ve besleme karışımının katı madde miktarı (20-40 °Bx) bağımsız işlem değişkenler ve maltodekstrin kaplama ajanı olarak kullanılmıştır. Operasyon verimliliği ve fenolik tutunum modelin yanıt değişkenleridir. Optimum sıcaklık, özüt kütle yüzdesi ve besleme karışımının katı madde miktarı sırasıyla 120°C, %23.26 ve 20.00 °Bx olarak bulundu. Optimum koşullarda yanıt değişkenlerinin maksimum seviyeleri %91.95 operasyon verimliliği ve %79.62 fenolik tutunum olarak bulundu. Çilek özüt tozları üretiminde, en önemli değişkenin özüt kütle yüzdesi olduğu bulundu. Sonuç olarak, organik çilek özüt tozu püskürtmeli kurutmayla verimli şekilde üretilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enkapsülasyon, Tepki yüzey metodolojisi, Püskürtmeli kurutma, Çilek

Introduction

Berry fruits have positive and fundamental effect on human health and performance. Among fruits and vegetables, berries are concerned as having the highest anthocyanin content and antioxidant activity (Denev et al., 2010). Berries are regarded as prominent source of extensive range of bioactive compounds like carotenoids;

phenolic compounds involving flavonoids, stilbenes, lignans, tannins and phenolic acids; vitamins, minerals and organic acids (Nile and Park, 2014; Skrovankova et al., 2015). Bioactive compounds have antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, antineurodegenerative, chemopreventive, antimutagenic, anticancer, anti-diabetic, cardioprotective, anti-proliferative, antiallergic and hepatoprotective properties (Nile

and Park, 2014). The best dietary sources of bioactive compounds belong to members of some berry families, such as *Ericaceae* (cranberry, blueberry) and *Rosaceae* (raspberry, blackberry, strawberry) (Skrovankova et al., 2015). Strawberry is the fruit of the genus *Fragaria*. Due to the strawberry is acclimated to different environments; it can be cultivated all over the world, intensively in Europe, North America, China and Russian Federation (Skrovankova et al., 2015). The first five countries produce strawberry is as follows: China, USA, Mexico, Egypt and Turkey (FAO, 2018). In Turkey, strawberry is cultivated nearly in all regions especially in Mediterranean, Marmara, Aegean and Black Sea. The extraction of bioactive compounds from various sources is the first and crucial process. It has a prominent and vital role on the final product quality. The quantitative and qualitative analyses performed for bioactive compounds greatly contingent on the choice of appropriate extraction method. Extracts are used to prepare pharmaceuticals, food ingredients, nutraceuticals, dietary supplements, additives, chemical and cosmetic products (Azmir et al., 2013).

The effectiveness of bioactive compounds depends on integrity, stability and bioavailability. However, they are prone to be destructed by physical, chemical and biological factors like heat, light, oxygen, moisture, enzymes, pH and metallic ions. Moreover, polyphenols might be unstable and generally have low bioavailability. Bitterness and astringency also constitute disadvantages. Activity and health benefits of bioactive compounds are limited due to mentioned factors. Delivery methods have been developed to overcome these limitations and among them encapsulation is a promising way. Encapsulated forms provide better stability and protection, mask unpleasant tastes and flavors, enhance bioavailability and promote controlled release (Flores et al., 2016).

Spray drying is one of the earliest and the most commonly applied encapsulation method in food industry. Spray dried encapsulates constitute approximately 80-90% of encapsulated materials.

It is the most common technique used for encapsulation of polyphenols (Mahdavi et al., 2014; Flores et al., 2016). Spray drying is an advantageous method by being economic, flexible, producing high quality products with high yields and stability, and suitable for both thermo-labile and heat resistant materials (Mahdavi et al., 2014).

In literature, there are various studies on the encapsulation of bioactive compounds extracted from fruits by spray drying. For instance, grape pomace extract was encapsulated by Tolun et al. (2016); Cagaita fruit extract by Daza et al. (2016); bitter melon extract by Tan et al. (2015); and pomegranate peel extract by Çam et al. (2014) to protect bioactive compounds obtained from fruit sources.

As our best knowledge, this is the first study on spray drying of organic strawberry extract. Therefore, objectives of this research were to investigate the influences of spray drying parameters (air inlet temperature, extract mass percentage and solid content of feed) on operational efficiency and phenolic retention; and to optimize conditions of the spray drying for operational efficiency and phenolic retention by use of response surface methodology.

Materials and Methods

Materials

Organic strawberries (*Fragaria ananassa* Duch., family Rosaceae) harvested in 2015, were obtained from an organic farm, Bursa, Turkey. Strawberries were stored in freezer at -45°C until processing.

Ethanol, Folin–Ciocalteu's phenol reagent, gallic acid, sodium carbonate (Na₂CO₃), sodium sulfate (Na₂SO₄), citric acid, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), sodium acetate trihydrate (C₂H₃NaO₂•3H₂O), Iron (III) chloride hexahydrate (FeCl₃•6H₂O), potassium chloride (KCl), trolox and concentrated HCl were obtained from Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri, USA). 2,4,6-tripirydyls-triazine (TPTZ) was bought from Fluka (St. Louis, Missouri, USA). All other reagents and solvents

were of analytical or chromatographic grade. Maltodextrin dextrose equivalent (DE) 8 was obtained from Cargill (Wayzata, Minnesota, USA).

Extraction

Extraction was performed according to the modified methods proposed by Ersus and Yurdagel (2007) and Flores et al. (2014). Briefly, ethanol (containing 1% (m/v) citric acid) was used for extraction as 1:15 fruit to solution ratio. Solvent was added after the crushing of fruits by blender. Extraction was performed on the magnetic stirrer at 600 rpm for 1 hour at 50°C. Beaker was covered with stretch film and aluminum foil for oxygen and light protection. After filtration, extract was concentrated to by a rotary evaporator (Heidolph Instrument GmbH & Co.KG, Schwabach, Germany) operated at 45°C and at 40 rpm. The final average soluble solid content was measured as 60.18 °Bx. Concentrated extract was stored in a freezer at -45°C until further use. Extraction efficiency was calculated according to the retention of phenolic compounds at the end of the extraction process.

Extraction

$$\text{efficiency (\%)} = \frac{\text{Total phenolic content of extract}}{\text{Total phenolic content of fresh fruit}} * 100 \quad (1)$$

Spray drying of strawberry extract

The central composite rotatable design (CCRD) for three independent variables was performed. Independent variables were drying air inlet temperature (120-150°C), extract mass percentage in feed (m/m in dry basis 15-50%), and solid content of feed (20-40 °Bx) (Table 1). Complete design had 20 runs, including six replications of the center points. Dependent variables were operational efficiency and phenolic retention as responses.

Spray drying process was performed in a Büchi B-290 Mini Spray Dryer (Flawil, Switzerland). Maltodextrin (MD) DE 8 was used as encapsulating agent. The feed mixture was prepared with homogenizer (IKA T 18 digital ultra turrax, Germany). Feed flow rate was 3 ml min⁻¹, aspiration was 90%, Qflow was 600 L h⁻¹ and nozzle cleaner was 2. Powders were collected from both cyclone and main chamber. Powders were stored at 4°C in amber glass bottles.

Table 1. Experimental design and results for the three variables studied

Çizelge 1. Deney tasarımı ve çalışılan üç değişken için sonuçlar

Run Set	Air inlet temperature (°C) <i>Hava giriş sıcaklığı (°C)</i>	Extract mass percentage (%) <i>Özüt kütle yüzdesi (%)</i>	Feed mixture (°Bx) <i>Besleme karışımı (Briks)</i>	Operational efficiency (%) <i>Operasyon verimliliği (%)</i>	Phenolic retention (%) <i>Fenolik tutunum (%)</i>
1	120.00	15.00	20.00	88.67	87.19
2	150.00	15.00	20.00	88.83	87.07
3	120.00	50.00	20.00	88.32	74.20
4	150.00	50.00	20.00	66.82	54.70
5	120.00	15.00	40.00	93.06	78.74
6	150.00	15.00	40.00	89.03	77.62
7	120.00	50.00	40.00	83.85	66.23
8	150.00	50.00	40.00	66.21	49.85
9	109.77	32.50	30.00	92.36	76.39
10	160.23	32.50	30.00	92.85	72.26
11	135.00	3.07	30.00	85.72	64.60
12	135.00	61.93	30.00	36.85	28.02
13	135.00	32.50	13.18	88.20	70.09
14	135.00	32.50	46.82	87.79	66.28
15	135.00	32.50	30.00	93.08	66.81
16	135.00	32.50	30.00	92.38	67.69
17	135.00	32.50	30.00	92.65	69.35
18	135.00	32.50	30.00	91.40	73.75
19	135.00	32.50	30.00	91.95	73.62
20	135.00	32.50	30.00	92.96	73.71

Extraction of bioactive materials from powders

Firstly, ethanol: water 60:40 (v/v) containing 0.5% citric acid (m/v) was heated to about 50°C. Then, 1 g of powder was taken and completed to 15 mL with this solvent and shaken for 5 min. After that, the solution was filtered. Obtained extracts were used for total phenolic content (TPC), total anthocyanin content (ACN) and antioxidant activity analyses.

Analyses

Characterization of fresh strawberry, extract and powder

Total soluble solids (°Bx) of samples were measured by use of refractometer (PTR 46, Optical Activity Limited, UK). The moisture content of samples was determined by the oven method according to AOAC (1995). Hygroscopicities of powders were determined according to the method used by Cai and Corke (2000). Solubility of strawberry extract powders was determined according to the procedure used by Fazaeli et al. (2012). Densities were determined according to the method proposed by Goula et al. (2004). Packed bulk density was calculated from the weight of powder contained in the cylinder after being tapped by hand on a bench 50 times from the height of 10 cm. The glass transition temperature (Tg) of the powders was determined according to the method used by Santhalakshmy et al. (2015).

The ratio of weight of the resulting powder and consumed feed mixture on dry basis were used to determine spray drying operational efficiency (yield) and expressed as % operational efficiency.

$$\text{Operational efficiency (\%)} = \frac{\text{Dry solid mass of product (powder)}}{\text{Dry solid mass of feed}} * 100 \quad (2)$$

Color measurements, L* (lightness/darkness), a* (redness/greenness) and b* (yellowness/blueness), of the fresh strawberry, extract and powder samples were carried out using a HunterLab Colorflex (A60-1010-615 Model

Colorimeter, HunterLab, Reston, VA) according to CIELAB system. The instrument was standardized for each measurement with a black and a white tile ($L_0 = 93.01$, $a_0 = -1.11$ and $b_0 = 1.30$). Measurements were done at Daylight Color (D65/10*).

Determination of bioactive properties

Determination of total phenolic content

Folin-Ciocalteu method was used to determine total phenolic content according to the method proposed by Singleton et al. (1999). Extracts (450 µL) were mixed with 2.25 mL of Folin-Ciocalteu reagent, previously diluted with distilled water (1:9, v/v). After 3 minutes of shaking at room temperature, 1.8 mL of sodium carbonate solution (75 g/L) was added to the samples. Then samples were left in dark for 2 hours at room temperature to react. Phenolic compounds were detected spectrophotometrically (Optima SP 3000 nano, Japan) at a wavelength of 760 nm. Gallic acid solutions (450 µL) in the concentration range of 10-100 µg/mL were prepared and subjected to the above reactions to plot calibration curve. TPC values were expressed as mg gallic acid equivalents (GAE) per g of dry sample.

Determination of total anthocyanin content

The pH-differential method described by Lee et al. (2005) was used to determine anthocyanin content. Firstly, two buffer systems: sodium acetate buffer, pH 4.5 (0.4 M) and potassium chloride buffer, pH 1.0 (0.025 M) were prepared. Diluted extracts volume of 0.5 mL were transferred to a tube and made up to 7.5 mL with corresponding buffer. Then the absorbance was measured at 515 and 700 nm against blank (distilled water). The absorbances (A) of the diluted extracts were calculated according to Equation 3.

$$A = (A_{515} - A_{700})_{pH1.0} - (A_{515} - A_{700})_{pH4.5} \quad (3)$$

The concentration of anthocyanins in samples was evaluated using the following formula:

$$\text{Total anthocyanins content } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{A \cdot \text{MW} \cdot \text{DF} \cdot 1000}{\epsilon \cdot 1} \quad (4)$$

where, cyanidin-3-glucoside molecular weight (MW = 449.2 g/mol), DF is dilution factor and the molar absorptivity ($\epsilon = 26\,900 \text{ L/mol.cm}$) constants were used. Total anthocyanin contents of samples were denoted as g of cyanidin-3-glucoside equivalents per kg dry sample.

Determination of DPPH radical scavenging activity

The DPPH radical scavenging activity of samples was determined according to the method which was adapted from Brandwilliams et al. (1995). To a 2500 μL of a 89.7 $\mu\text{mol/L}$ (final absorption adjusted to $0.800 \pm 0.010 \text{ AU}$ at 517 nm) DPPH radical ethanolic solution and 500 μL of extract or blank (ethanol) were added. All mixtures were left in dark and absorbance was measured at 517 nm against a 95 % pure ethanol blank after 1 hour reaction time. The DPPH radical scavenging activity of samples was calculated according to the equation below and reported as EC_{50} values.

$$\% \text{ DPPH radical scavenging activity} = \left(1 - \left[\frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{blank}}} \right] \right) * 100 \quad (5)$$

Determination of ferric reducing antioxidant power

The ferric reducing antioxidant power of samples was measured according to the method of Benzie and Strain (1996) with some modifications. The constituents of FRAP solution were sodium acetate buffer (300 mM, pH3.6), 10 ml of 1,3,5-tri (2-pyridyl)-2,4,6-triazine (TPTZ) solution (10 mM TPTZ in 40 mM HCl) and 20 mM iron (III) chloride solution in 10:1:1 (v/v/v) ratios, respectively. The FRAP solution was prepared and held at 37°C during experiment. 100 μL of calibration solution, blank or sample were mixed with 3.0 ml of FRAP solution, left in dark for 10 mins. Absorbances of samples were measured at 593 nm, using ethanol as blank. Trolox solutions (100 μL) in the concentration range of 0-500 $\mu\text{mol L}^{-1}$ ethanol were prepared to draw calibration curve.

All measurements were made in triplicate.

Statistical analyses

Obtained data were analyzed statistically by use of RSM (Stat-Ease, Design-Expert software, version 7). The analysis of variance, determination of the regression coefficients, modelling and optimization, and drawing of three-dimensional graphs were carried out by use of RSM. Validation of the model was done by evaluating the coefficient of determination (R^2) and Fisher test value (F -Value). The level of significance for all tests was set at 95% confidence level.

Spray drying process parameters were optimized by using desirability function of response surface methodology in order to obtain strawberry extract powders with maximum operational efficiency and phenolic retention.

Results and discussion

Properties of fresh fruits and extracts

Properties of fresh strawberries and extracts are given in Table 2. According to analysis, fresh strawberry had 8.85 °Bx. Similar results have also been reported in literature by Kadioğlu et al. (2011). Color values of whole fresh strawberry are given in Table 2. Terefe et al. (2009) measured skin color of strawberries as $L^* = 37.8$, $a^* = 25.1$ and $b^* = 7.28$. Color values are different from our study. It may be caused by sample preparation methods. Whole strawberries were blended and used for color measurement in this study. TPC result of this study is compatible with the values given in literature. TPC of fresh strawberries was reported between 20.71 mg 100 g^{-1} FW by Muradoğlu et al. (2011) and 443.4 mg 100 g^{-1} FW by Szajdek and Borowska (2008). Görgüç et al. (2019) reported TPC values of fresh strawberries between 169.6-245.1 mg GAE 100 g^{-1} for different strawberry cultivars. Higher phenolic content value of that study is near to the values obtained in this strawberry study. TPC of fresh strawberries was reported between 96.5 and 142 mg GAE 100 g^{-1} during storage after ultrasound washing (Görgüç et al., 2019b). The content and variety of phenolic compounds are dependent on factors

like species, variety, genotype, region, harvesting time, preharvest and postharvest conditions, maturity, environmental factors, agricultural methods, pH, storage time and conditions (Szajdek and Borowska, 2008; Skrovankova et al., 2015). Differences and similarities of the results between literature and this study could depend on these factors as well as extraction procedures (Bakowska-Barczak and Kolodziejczyk, 2011). Similar results about ACN of fresh strawberries have been reported in literature. ACN of fresh strawberries was reported between 6-102 mg C3G 100 g⁻¹ FW by Howard and Hager (2007). Cultivar type, environmental factors (light, temperature), agricultural methods and pH affect occurrence of anthocyanins (Skrovankova et al.,

2015). Factors affecting stability and color of anthocyanins are structure and concentration, temperature, pH, metallic ions, light, self-association, presence of copigments, enzyme, oxygen, sugar, ascorbic acid and degradation products of them, proteins and sulphur dioxide (Ersus and Yurdagel, 2007). It was found that EC₅₀ value of fresh strawberries as 1.20 mg soluble solids mL⁻¹. Factors that influence the antioxidant capacity of fruits and their derived products are chemical structure and content of the antioxidants, pre and post-harvest factors, and processing factors. Different components in plant extracts contribute differently to their total antioxidant ability (Zou et al., 2016).

Table 2. Properties of fresh strawberry and strawberry extract
Çizelge 2. Taze çilek ve çilek özütünün özellikleri

Parameter <i>Parametre</i>	Fresh strawberry <i>Taze çilek</i>	Strawberry extract <i>Çilek özütü</i>
Soluble solids (°Bx)	8.85 ± 0.05	60.18 ± 0.03
L*	32.12 ± 0.21	3.99 ± 0.08
a*	38.97 ± 0.75	23.68 ± 0.27
b*	24.41 ± 0.47	6.65 ± 0.11
Total phenolic content (mg GAE/100 g FW, mg GAE/g soluble solids, mg GAE/g dry sample)	281.82 ± 28.92 31.84 ± 3.27 29.02 ± 2.98	244.31 ± 17.58 13.57 ± 0.98 13.39 ± 0.97
Total anthocyanin content (mg C3G/100 g FW, g C3G/kg soluble solids, G C3G/kg dry sample)	33.96 ± 2.35 3.84 ± 0.27 3.49 ± 0.24	20.09 ± 0.24 1.12 ± 0.01 1.1 ± 0.01
Ferric reducing antioxidant power (µmoles TE/g soluble solids, µmoles TE/g dry sample)	236.02 ± 14.55 215.12 ± 13.27	96.58 ± 3.19 95.26 ± 3.14

Extraction efficiency was calculated as 86.69% (Equation 1). Fernandes et al. (2012) found TPC of strawberry extracts as 81 and 108 µM GAE g⁻¹ FW and ACN as 18 and 29 µM g⁻¹ FW. EC₅₀ value of strawberry extract was 1.70 mg soluble solids mL⁻¹ in this study. In literature, ferric reducing antioxidant power was found between 12.9-31.7 µM TE g⁻¹ FW and DPPH value was between 6.4-20.1 µM TE g⁻¹ FW by Fernandes et al. (2012). Bioactive contents (TPC, ACN and antioxidant activity) of strawberry extracts depend on the factors that are affecting fresh fruit contents in addition to the extraction conditions (Bakowska-Barczak and Kolodziejczyk, 2011)

Effects of independent variables on responses of strawberry extract powders

Operational efficiency (yield)

Operational efficiency (yield) of strawberry extract powders changed between 36.85 and 93.08%. The lowest operational efficiency was obtained at the highest extract mass percentage (61.93%). This is in good agreement with the pomegranate juice study made by Horuz et al. (2012). They obtained the lowest operational efficiency at the highest juice percentage in the feed mixture.

According to the results of statistical analyses made by RSM, quadratic model was found to be significant (p<0.05) and was well to describe

operational efficiency. For operational efficiency, backward elimination gave more suitable statistical values for model. Air inlet temperature (A), linear (B) and quadratic (B²) effects of extract mass percentage and interaction between

temperature and extract mass percentage (A×B) had negative and significant (p<0.05) effects on operational efficiency. Effect of feed solid content (C) was not significant (Equation 6, Table 3) (p>0.05) (Figure 1b).

$$\text{Operational efficiency (\%)} = 92.19 - 3.09 * A - 10.00 * B - 4.41 * A * B - 10.32 * B^2 \quad (6)$$

where, A is air inlet temperature (°C) and B is extract mass percentage (%).

Table 3. Analysis of variance table and estimated coefficients for operational efficiency

Çizelge 3. Operasyon verimliliği için ANOVA tablosu ve hesaplanmış katsayılar

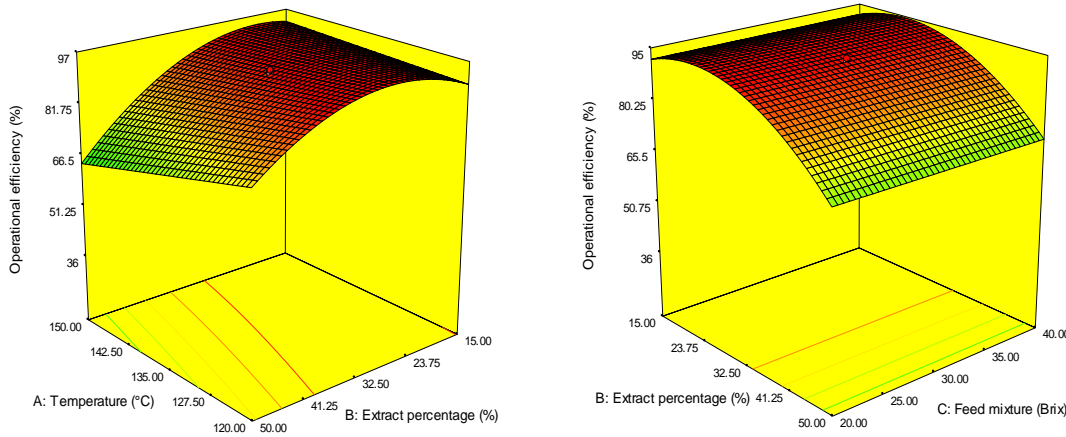
Source	Coefficients	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob>F	
Model		3213.47	4	803.37	32.15	< 0.0001	significant
Intercept	92.19						
Linear							
Air inlet temperature (A)	-3.09	130.40	1	130.40	5.22	0.0373	
Extract mass percentage (B)	-10.00	1365.54	1	1365.54	54.65	< 0.0001	
Interaction							
A*B	-4.41	155.50	1	155.50	6.22	0.0248	
Quadratic							
B ²	-10.32	1562.03	1	1562.03	62.52	< 0.0001	
Residual		374.77	15	24.98			
Lack of Fit		372.74	10	37.27	91.59	< 0.0001	significant
Pure Error		2.03	5	0.41			
Cor Total		3588.25	19				

R²=0.8956, adj R²=0.8677, pred R²=0.6741

Figure 1a shows 3D response surface plot of air inlet temperature and extract mass percentage effects on operational efficiency of powders at 30 °Bx feed solid content. Increase in extract mass percentage and temperature caused to decrease in operational efficiency (Figure 1a). Effect of extract mass percentage was greater than that of temperature (Equation 6, Table 3). These are in agreement with the pomegranate juice study made by Horuz et al. (2012).

Increase in extract percentage (decrease in maltodextrin percentage) caused a sharp decrease in operational efficiency (Figure 1a). Some other researchers also found that

operational efficiency increased with increasing percentage of encapsulating agent. Gong et al. (2018) found operational efficiency between 15-56.5% for strawberry concentrate powder. In addition to the direct relation between encapsulating agent amount and operational efficiency, they observed operational efficiency changed depending on composition of encapsulating agent. Their values are lower than the values found in this study. A possible reason for this difference is that they only collected powder from product collection vessel while powder was also collected from the main chamber in this study.



(a)

(b)

Figure 1. Effect of air inlet temperature and extract mass percentage at 30 °Bx (a); and extract mass percentage and solid content of feed at 135°C (b) on operational efficiency of strawberry extract powders.

Şekil 1. Çilek özüt tozlarının operasyon verimliliği üzerine (a) 30 Briks'te hava giriş sıcaklığı ve özüt kütle yüzdesinin etkisi; ve (b) 135°C'de özüt kütle yüzdesi ve besleme karışımı katı madde miktarının etkisi.

Moreover, Igual et al. (2014) found that the most significant factor for yield was the percentage of encapsulating agent. Besides, getting the lowest yield at the highest extract percentage is an expected case because encapsulating agent provides protection and prevents sticking to the wall of spray dryer. Sticking causes low product yields, operating problems and carrier agents prevent stickiness of product by increasing Tg of product during spray drying. Maltodextrins have high Tg values and therefore increase the Tg of feed mixture (Vardin and Yasar, 2012).

In addition to the percentage of encapsulating agent, inlet air temperature could also influence the operational efficiency. Vardin and Yasar (2012) and Jafari et al. (2017) observed inverse relation between inlet temperature and operational efficiency like in this study. It was stated by Fazaeli et al. (2012) that low yield due to the sticking problems can be occurred at higher drying temperature above their glass transition temperatures.

Phenolic retention

Retention of bioactive compounds (such as phenolic) is a measure of encapsulation efficiency (Tan et al., 2015). In this study, statistical analyses were made to describe phenolic retention by RSM. It showed that quadratic model was found to be significant ($p < 0.05$). Linear (B) and quadratic

(B²) effects of extract mass percentage on phenolic retention were found to be significant ($p < 0.05$) and negative (Equation 7, Table 4). In literature, Igual et al. (2014) and Bazaria and Kumar (2016) found inverse relation between active material mass percentage and phenolic retention as in this study.

Phenolic

$$\text{retention (\%)} = 70.52 - 10.78 * B - 6.66 * B^2 \quad (7)$$

where, B is extract mass percentage (%).

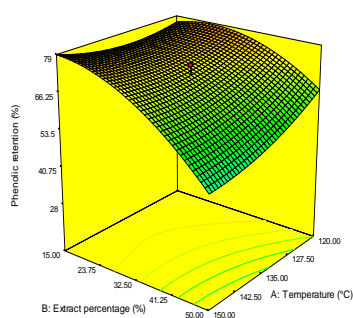
Effects of air inlet temperature and extract mass percentage on phenolic retention of powders are shown in Figure 2a. Increase in extract mass percentage caused to sharp decrease in phenolic retention (Figures 2a and 2b) while increase in solid content of feed did not affect it (Figures 2b and 2c). As shown in Table 1, phenolic retention of powders changed between 28.02 and 87.19%. In literature, phenolic retention was reported as 43.14-87.53% in yerba mate extracts by Nunes et al. (2015); 93.31% in sour cherry by Garofulić et al. (2017) and 81.20% in strawberry by Farias-Cervantes et al. (2018). In this study, the lowest phenolic retention was obtained at the highest extract mass percentage (61.93%). Change of soluble solid content of feed did not affect phenolic retention (Figure 2b).

Table 4. Analysis of variance table and estimated coefficients for phenolic retention

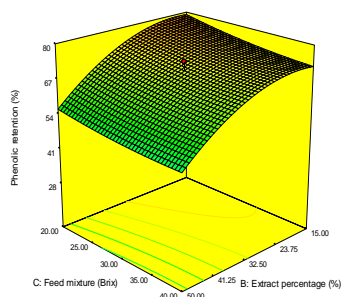
Çizelge 4. Fenolik tutunum için ANOVA tablosu ve hesaplanmış katsayılar

Source	Coefficients	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob>F	
Model		2872.76	9	319.20	7.88	0.0017	significant
Intercept	70.52						
Linear							
Air inlet temperature (A)	-3.23	142.25	1	142.25	3.51	0.0905	
Extract mass percentage (B)	-10.78	1585.97	1	1585.97	39.13	< 0.0001	
Feed mixture (C)	-2.72	100.91	1	100.91	2.49	0.1457	
Interaction							
A*B	-4.33	150.05	1	150.05	3.70	0.0832	
A*C	0.26	0.56	1	0.56	0.014	0.9090	
B*C	0.63	3.22	1	3.22	0.079	0.7839	
Quadratic							
A ²	3.24	151.40	1	151.40	3.74	0.0821	
B ²	-6.66	640.16	1	640.16	15.80	0.0026	
C ²	1.07	16.51	1	16.51	0.41	0.5376	
Residual		405.28	10	40.53			
Lack of Fit		352.50	5	70.50	6.68	0.0287	significant
Pure Error		52.78	5	10.56			
Cor Total		3278.03	19				

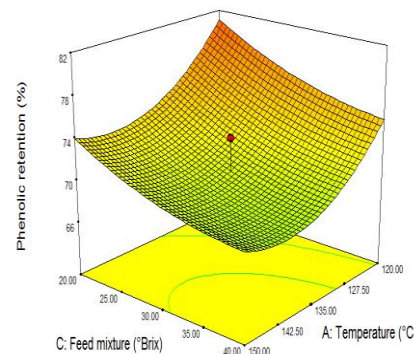
$R^2=0.8764$, adj $R^2=0.7651$, pred $R^2=0.1633$



(a)



(b)



(c)

Figure 2. Effect of extract mass percentage and air inlet temperature at 30 °Bx (a); extract mass percentage and solid content of feed at 135°C (b); temperature and solid content of feed at 32.5 % extract (c) on phenolic retention of strawberry extract powders.

Şekil 2. Çilek özüt tozlarının fenolik tutunumu üzerine (a) 30 Briks'te özüt kütle yüzdesi ve hava giriş sıcaklığının etkisi; (b) 135°C'de özüt kütle yüzdesi ve besleme karışımı katı madde miktarının etkisi; (c) % 32,5 özüt içeriğinde sıcaklık ve besleme karışımı katı madde miktarının etkisi

Fang and Bhandari (2011) stated that high retention values suggesting spray drying was a satisfactory technique for encapsulation of heat labile phenolic compounds. Effect of temperature was found to be insignificant for spray drying of strawberry extract possibly because of high amount of MD. It was stated by Garofulić et al. (2017) that when the amount of encapsulating agent was high, the effect of temperature was annulled. Feguš et al. (2015) found no correlation

between inlet air temperature and antioxidant activity for strawberry concentrate powders as in this study. On the other hand, higher inlet temperatures may cause higher degradation of bioactive compounds. Kha et al. (2010) observed that higher inlet air temperature caused decrease in bioactive retention and antioxidant activity in Gac fruit aril powders. Kha et al. (2010) stated that the main reasons for these findings are thermal degradation and oxidation. Çam et al.

(2014) stated that higher number of encapsulating agents provides better protection, retention and longer stability. Igual et al. (2014) stated that for bioactive retention the most significant factor was the amount of encapsulating agent. Garofulić et al. (2017) found that the effect of encapsulating agent percentage is very important because of the role of encapsulating agent on protection of active materials.

Optimization

Optimization of spray drying conditions was performed achieving the highest operational efficiency and phenolic retention. The desirability function of the response surface is shown in Figure 3. Desirability was found to be 0.963. Desirability was high for low extract mass percentage and low air inlet temperature values. Extract mass percentage had greater effect on desirability than air inlet temperature. The optimum conditions were 120.00°C air inlet temperature, 23.26% extract and 20.00 °Bx feed solid content.

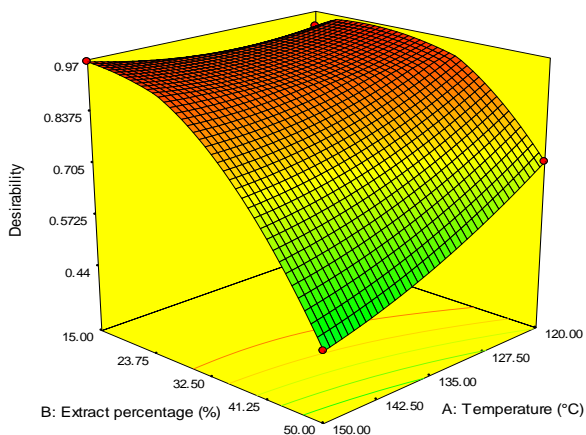


Figure 3. Desirability plot as a function of extract mass percentage and air inlet temperature for strawberry extract powders at 20 °Bx

Şekil 3. Özüt kütle yüzdesi ve hava giriş sıcaklığının fonksiyonu olarak çilek özüt tozları için 20 Briks'te istenirlik çizimi

At optimum conditions, outlet temperatures of powders were recorded between 63-66°C. For

operational efficiency predicted and experimental values were 95.36 and 91.95%, respectively. For phenolic retention predicted and experimental values were 82.92 and 79.62%, respectively. The experimental results were close to the predicted ones. It can be concluded that response surface methodology model was satisfactory.

Characterization of strawberry extract powder obtained at optimum conditions

Moisture content of strawberry extract powder at optimum conditions was calculated as $4.21 \pm 0.14\%$ (Table 5). Gong et al. (2018) reported moisture content of strawberry powders between 4.52 and 4.92%. Researchers reported that moisture content could be affected by inlet and outlet temperatures (Santhalakshmy et al., 2015) and percentage of encapsulating agent (Horuz et al., 2012).

Hygroscopicity was found as 43.51 g moisture 100 g⁻¹ dry solids. Samples became like a toffee at the end of the experiment. In literature, hygroscopicity values were reported in the range of 24.6-69.4 g moisture 100 g⁻¹ dry solids for betacyanin powders by Cai and Corke (2000); 17.83-20.47 g moisture 100 g⁻¹ dry solids for yerba mate extract powders by Nunes et al. (2015). Santhalakshmy et al. (2015) reported that difference between hygroscopicity values could be arisen from nature of samples, difference in procedures, MD percentage; inlet air temperature and moisture content.

Table 5. Properties of strawberry extract powder obtained at optimum conditions

Çizelge 5. Optimum koşullarda elde edilen çilek özüt tozunun özellikleri

Parameter Parametre	Value Değer
Moisture content (%)	4.21 ± 0.14
Hygroscopicity (g moisture 100 g ⁻¹ dry solids)	43.51
Solubility (%)	98.30 ± 0.62
Bulk density (g mL ⁻¹)	0.29
Packed density (g mL ⁻¹)	0.57
Glass transition temperature (°C)	89.66 ± 1.95
L*	81.79 ± 0.09
a*	24.53 ± 0.10
b*	9.71 ± 0.09

Solubility of strawberry extract powder was $98.30 \pm 0.62\%$ (Table 5). It can be concluded that powders obtained in this study were highly soluble in water. Solubility was found about 87% for black mulberry juice powder by Fazaeli et al. (2012) and between 87.70-97.80% for cagaita extract powder by Daza et al. (2016). Horuz et al. (2012) and Nunes et al. (2015) stated that solubility was affected by temperature and MD percentage.

Bulk and packed density of powder were 0.286 g mL^{-1} and 0.571 g mL^{-1} , respectively. Gong et al. (2018) reported bulk density of powders between 0.45 and 0.55 g mL^{-1} . Bulk density of powders was affected by several operational conditions like vibration, temperature and moisture content (Fazaeli et al., 2012; Vardin and Yasar, 2012) and composition of encapsulating agent (Gong et al., 2018).

Glass transition temperature was found to be $89.66 \pm 1.95^\circ\text{C}$. Glass transition temperature of strawberry concentrate powder was reported between 32.60 and 38.39°C by Gong et al. (2018). They stated that glass transition temperature of powder was significantly affected by composition of ingredients. Can Karaca et al. (2016) observed direct relation between Tg and MD percentages for sour cherry concentrate.

L^* , a^* and b^* values were 81.79 ± 0.09 , 24.53 ± 0.10 and 9.71 ± 0.09 . L^* , a^* , b^* values in strawberry concentrate powder were found as 53.8, 22.8 and 6.4, respectively by Feguš et al. (2015). Color of powders could be affected by degree of caramelization, moisture content, inlet

temperature (Vardin and Yasar, 2012; Feguš et al., 2015); DE of MD (Ersus and Yurdagel, 2007); and percentage of encapsulating agent (Nunes et al., 2015; Daza et al., 2016). High temperatures can cause degradation in colored bioactive compounds and therefore cause change in color.

Bioactive properties of strawberry extract powder

Total phenolic content

TPC is $2.71 \pm 0.05 \text{ mg GAE g}^{-1}$ dry powder (in extract basis $10.81 \pm 0.20 \text{ mg GAE g}^{-1}$ extract soluble solids, in fresh fruit basis $21.99 \pm 0.40 \text{ mg GAE g}^{-1}$ fresh fruit soluble solids) (Table 6). Type and percentage of encapsulating agent directly influence retention of bioactive compounds and encapsulation efficiency. Inlet air temperature influences the amount of phenolic compounds. Phenolics are heat labile and they can be damaged at high temperatures. Flores et al. (2016) stated that TPC was affected by extraction solvent. Sample (juice or pomace) and processing conditions affect results. Initial TPC of fresh fruit also affects the final value. Mentioned factors also influence ACN and antioxidant activities.

Total anthocyanin content

ACN is $0.28 \pm 0.02 \text{ g C3G kg}^{-1}$ dry powder (in extract basis $1.10 \pm 0.07 \text{ g C3G kg}^{-1}$ extract soluble solids, in fresh fruit basis $2.23 \pm 0.15 \text{ g C3G kg}^{-1}$ fresh fruit soluble solids). Extraction and processing procedures, type of the encapsulating agent and percentage, inlet air temperature and initial ACN value of fresh strawberry could affect ACN of powder.

Table 6. Bioactive properties of strawberry extract powder obtained at optimum conditions

Çizelge 6. Optimum koşullarda elde edilen çilek özüt tozunun biyoaktif özellikleri

Parameter <i>Parametre</i>	Value <i>Değer</i>
Total phenolic content (mg GAE g ⁻¹ dry powder, mg GAE g ⁻¹ extract soluble solids, mg GAE g ⁻¹ fresh fruit soluble solids)	2.71 ± 0.05 10.81 ± 0.20 21.99 ± 0.40
Total anthocyanin content (g C3G kg ⁻¹ dry powder, g C3G kg ⁻¹ extract soluble solids, g C3G kg ⁻¹ fresh fruit soluble solids)	0.28 ± 0.02 1.10 ± 0.07 2.23 ± 0.15
EC ₅₀ (mg soluble solids mL ⁻¹)	10.76
Ferric reducing antioxidant power (μmoles TE g ⁻¹ dry powder, μmoles TE g ⁻¹ extract soluble solids, μmoles TE g ⁻¹ fresh fruit soluble solids)	31.20 ± 1.32 124.29 ± 5.28 252.76 ± 10.73

DPPH radical scavenging activity

DPPH free radical scavenging activity EC_{50} value of powder was calculated as 10.76 mg soluble solids mL^{-1} for strawberry extract powder (Table 6). DPPH radical scavenging activity of strawberry powders reported between 20.65-29.78 μM TE 100 g^{-1} sample by Farias-Cervantes et al. (2018).

Ferric reducing antioxidant power

Ferric reducing antioxidant power result of this powder is 31.20 ± 1.32 $\mu moles$ TE g^{-1} dry powder (in extract basis 124.29 ± 5.28 $\mu moles$ TE g^{-1} extract soluble solids, in fresh fruit basis 252.76 ± 10.73 $\mu moles$ TE g^{-1} fresh fruit soluble solids). Farias-Cervantes et al. (2018) reported FRAP antioxidant power of strawberry powders between 181.35-223.08 μM TE 100 g^{-1} sample. They observed that when phenolic retention is greater antioxidant activity is also greater. Factors affecting TPC, ACN also influence antioxidant activities because all of these are bioactive properties.

Conclusion

In spray drying of strawberry extract, inlet air temperature and extract mass percentage showed significant ($p < 0.05$) effects on operational efficiency. Extract mass percentage had also significant ($p < 0.05$) effect on phenolic retention. The most effective independent variable on all responses was extract mass percentage. Increase in extract mass percentage affected all responses inversely.

The extract powders can be used as food supplements and functional food ingredients and they can be incorporated into different type of foods. They can provide nutrient, color and taste to the food products.

As a result, it can be concluded that encapsulation of phenolic compounds by use of spray drying and maltodextrin encapsulating agent could be an effective way to produce and preserve strawberry extract powders because of high operational efficiency and phenolic retention values.

Acknowledgements

We are very grateful for the financial support of "The Scientific and Technological Research Council of Turkey" (TUBITAK) during the research of this subject (2211/2210-C). We are grateful for the financial support provided by funding bodies within the FP7 ERA-Net CORE Organic Plus, and with cofunds from the European Commission for this project. We would also like to thank Bursa Central Research Institute of Food and Feed Control for financial support.

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

References

- AOAC (1995). Official methods of analysis (16th. ed.). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., & Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: a review. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 426-436. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>
- Bakowska-Barczak, A. M., & Kolodziejczyk, P. P. (2011). Black currant polyphenols: Their storage stability and microencapsulation. *Industrial Crops and Products*, 34(2), 1301-1309. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.10.002>
- Bazaria, B., & Kumar, P. (2016). Effect of whey protein concentrate as drying aid and drying parameters on physicochemical and functional properties of spray dried beetroot juice concentrate. *Food Bioscience*, 14, 21-27. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.11.002>
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Brandwilliams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a Free-Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Cai, Y. Z., & Corke, H. (2000). Production and Properties of Spray-dried Amaranthus Betacyanin Pigments. *Journal of Food Science*, 65(7), 1248-1252. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb10273.x>
- Can Karaca, A., Guzel, O., & Ak, M. M. (2016). Effects of processing conditions and formulation on spray drying of sour cherry juice concentrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(2), 449-455. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7110>

- Çam, M., İçyer, N. C., & Erdoğan, F. (2014). Pomegranate peel phenolics: microencapsulation, storage stability and potential ingredient for functional food development. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 117-123. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.09.011>
- Daza, L. D., Fujita, A., Fávoro-Trindade, C. S., Rodrigues-Ract, J. N., Granato, D., & Genovese, M. I. (2016). Effect of spray drying conditions on the physical properties of Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) fruit extracts. *Food and Bioprocess Technology*, 97, 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.10.001>
- Denev, P., Ciz, M., Ambrozova, G., Lojek, A., Yanakieva, I., & Kratchanova, M. (2010). Solid-phase extraction of berries' anthocyanins and evaluation of their antioxidative properties. *Food Chemistry*, 123(4), 1055-1061. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.061>
- Ersus, S., & Yurdagel, U. (2007). Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray drier. *Journal of Food Engineering*, 80(3), 805-812. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.07.009>
- Fang, Z., & Bhandari, B. (2011). Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols. *Food Chemistry*, 129(3), 1139-1147. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.093>
- Farias-Cervantes, V. S., Chávez-Rodríguez, A., García-Salcedo, P. A., García-López, P. M., and Casas-Solís, J. (2018). Antimicrobial effect and in vitro release of anthocyanins from berries and Roselle obtained via microencapsulation by spray drying. *Journal of food processing and preservation* 42(10): e13713. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13713>
- Fazaali, M., Emam-Djomeh, Z., Ashtari, A.K., & Omid, M. (2012). Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder. *Food and bioprocess technology* 90(4): 667-675. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.04.006>
- Feguš, U., Žigon, U., Petermann, M., & Knez, Ž. (2015). Effect of drying parameters on physicochemical and sensory properties of fruit powders processed by PGSS-, Vacuum-and Spray-drying. *Acta Chimica Slovenica* 62(2): 479-487. <http://dx.doi.org/10.17344/acsi.2014.969>
- Fernandes, V. C., Domingues, V. F., de Freitas, V., Delerue-Matos, C., & Mateus, N. (2012). Strawberries from integrated pest management and organic farming: Phenolic composition and antioxidant properties. *Food Chemistry*, 134(4), 1926-1931. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.130>
- Flores, F. P., Singh, R. K., & Kong, F. (2014). Physical and storage properties of spray-dried blueberry pomace extract with whey protein isolate as wall material. *Journal of Food Engineering*, 137, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.03.034>
- Flores, F. P., Singh, R. K., & Kong, F. (2016). Anthocyanin extraction, microencapsulation, and release properties during in vitro digestion. *Food Reviews International*, 32(1), 46-67. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1041185>
- FAO, (2018). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://www.fao.org/faostat/en/>
- Garofulić, I. E., Zorić, Z., Pedisić, S., Dragović-Uzelac, & V. (2017). Retention of polyphenols in encapsulated sour cherry juice in dependence of drying temperature and wall material. *LWT-Food Science and Technology*, 83, 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.017>
- Gong, Z., Yu, M., Wang, W., & Shi, X. (2018). Functionality of spray-dried strawberry powder: effects of whey protein isolate and maltodextrin. *International journal of food properties* 21(1): 2229-2238. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1506477>
- Goula, A. M., Adamopoulos, K. G., & Kazakis, N. A. (2004). Influence of spray drying conditions on tomato powder properties. *Drying Technology*, 22(5), 1129-1151. <https://doi.org/10.1081/DRT-120038584>
- Görgüç, A., Yıldırım, A., Takma, D. K., Erten, E. S., & Yılmaz, F. M. (2019). Aydın ilinde yetiştirilen ticari çilek çeşitlerinin fiziksel, kimyasal, biyoaktif ve aroma özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(2), 131-141.
- Görgüç, A., Gençdağ, E., Tecimen, S., Anakız, S., Köse, S. Ö., Bıyık, H. H., & Yılmaz, F. M. (2019b). Effect of ultrasound washing process on the quality parameters of fresh strawberry during cold storage. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1457-1464.
- Horuz, E., Altan, A., & Maskan, M. (2012). Spray drying and process optimization of unclarified pomegranate (*Punica granatum*) juice. *Drying Technology*, 30(7), 787-798. <https://doi.org/10.1080/07373937.2012.663434>
- Howard, L.R., and Hager, T.J. (2007). *Berry fruit phytochemicals*. Food science and technology-New york-Marcel Dekker-, 168: 73.
- Igual, M., Ramires, S., Mosquera, L. H., & Martínez-Navarrete, N. (2014). Optimization of spray drying conditions for lulo (*Solanum quitoense* L.) pulp. *Powder Technology*, 256, 233-238. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2014.02.003>
- Jafari, S. M., Ghalenoei, M. G., & Dehnad, D. (2017). Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice powder. *Powder Technology*, 311, 59-65. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.01.070>
- Kadioğlu Z, Aslantaş R, Albayrak M, Vurgun H, Esmek İ, & Albayrak S (2011). *The determination of the yield and quality of some strawberry varieties grown in spring planting in Erzincan ecological condition*. In: *Proceedings of the Türkiye 6. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi* (pp. 576-581). Şanlıurfa, Turkey.
- Kha, T. C., Nguyen, M. H., & Roach, P. D. (2010). Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. *Journal of Food Engineering*, 98(3), 385-392. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.016>
- Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *Journal of Aoac International*, 88(5), 1269-1278.

- Mahdavi, S. A., Jafari, S. M., Ghorbani, M., & Assadpoor, E. (2014). Spray-drying microencapsulation of anthocyanins by natural biopolymers: A review. *Drying Technology*, 32(5), 509-518. <https://doi.org/10.1080/07373937.2013.839562>
- Muradoğlu F, Gündoğdu M, Geer K, & Yılmaz H (2011). *Effect of use different runner plant on sugar and phenolic compounds in some strawberry cultivars. In: Proceedings of the Türkiye 6. Ulusal Bahe Bitkileri Kongresi* (pp. 397-403). Şanlıurfa, Turkey.
- Nile, S. H., & Park, S. W. (2014). Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition*, 30(2), 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.04.007>
- Nunes, G. L., Boaventura, B. C. B., Pinto, S. S., Verruck, S., Murakami, F. S., Prudêncio, E. S., & Amboni, R. D. D. M. C. (2015). Microencapsulation of freeze concentrated Ilex paraguariensis extract by spray drying. *Journal of Food Engineering*, 151, 60-68. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.10.031>
- Santhalakshmy, S., Bosco, S. J. D., Francis, S., & Sabeena, M. (2015). Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. *Powder Technology*, 274, 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.01.016>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Oxidants and Antioxidants, Pt A*, 299, 152-178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10), 24673-24706. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>
- Szajdek, A., & Borowska, E. J. (2008). Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63(4), 147-156.
- Tan, S. P., Tuyen, C. K., Parks, S. E., Stathopoulos, C. E., & Roach, P. D. (2015). Effects of the spray-drying temperatures on the physicochemical properties of an encapsulated bitter melon aqueous extract powder. *Powder Technology*, 281, 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.04.074>
- Terefe, N. S., Matthies, K., Simons, L., & Versteeg, C. (2009). Combined high pressure-mild temperature processing for optimal retention of physical and nutritional quality of strawberries (Fragaria×ananassa). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(3), 297-307. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2008.12.003>
- Tolun, A., Altintas, Z., & Artik, N. (2016). Microencapsulation of grape polyphenols using maltodextrin and gum arabic as two alternative coating materials: Development and characterization. *Journal of Biotechnology*, 239, 23-33. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2016.10.001>
- Vardin, H., & Yasar, M. (2012). Optimisation of pomegranate (Punica Granatum L.) juice spray-drying as affected by temperature and maltodextrin content. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(1), 167-176. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02823.x>
- Zou, Z., Xi, W., Hu, Y., Nie, C., & Zhou, Z. (2016). Antioxidant activity of Citrus fruits. *Food chemistry* 196, 885-896. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.072>

Effect of roasting temperature and time on some physical and sensory properties of roasted chickpea (leblebi), and kinetic studies of the changes in leblebi color

Farklı sıcaklık ve sürelerinin leblebilerin bazı fiziksel ve duyu özellikleri üzerine etkisi ve leblebi rengindeki değişim kinetiği

Hidayet SAĞLAM*¹, Atif Can SEYDİM²

¹ Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü KİLİS

² Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü ISPARTA

ABSTRACT

To cite this article:

Sağlam, H. & Seydim, A.C. (2020). Effect of roasting temperature and time on some physical and sensory properties of roasted chickpea (leblebi), and kinetic studies of the changes in leblebi color. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 140-150.
DOI: 10.29050/harranziraat.647181

The roasted chickpea, which locally called as leblebi, is a widely consumed traditional snack food in Turkey and Middle Eastern countries. Although leblebi is widely consumed, there is limited research on this product except some of its well-known properties. In this study, the change in texture and color of chickpeas during different roasting temperature and duration were determined. Based on preliminary studies, roasting conditions were selected as 150±5 °C, 180±5 °C and 200±5 °C and 4, 6, and 8 minutes. Textural changes were determined by the force deformation curves obtained from compression tests. Statistical analysis of the data indicated that when the roasting temperature and time increased, hardness of leblebi samples was decreased. During roasting process, L* values decreased meanwhile a* and b* values increased. When correlation coefficients (r²) were taken into consideration, it was found that L* values followed zero-order reaction kinetics and had 36.81 kJ/mol activation energy. Also, the a* and b* values resulted in first-order reaction kinetics and had 14.23 kJ/mol and 11.21 kJ/mol activation energy, respectively. The lowest value of speckling was determined at 150±5°C for 4 minutes, and the highest value was obtained at 200±5 °C for 8 minutes. Color without speckling was found to be significantly increasing when roasting time and temperature were increased. The lowest value of hardness was observed at 200±5 °C for 8 minutes of roasting.

Key Words: Chickpeas, Leblebi, Roasting, Hardness, Color

ÖZ

Leblebi, nohudun farklı sıcaklıklarda kavurulması ile elde edilen ve çerez olarak tüketilen Türkiye'ye özgü geleneksel ürünlerden bir tanesidir. Leblebi Türkiye'ye özgü olmasına rağmen, leblebi konusunda çalışma/araştırmalar sınırlıdır. Bu çalışmada farklı kavurma sıcaklığında ve sürelerinde işlenen nohutlarda görülen tekstür ve renk değişimleri araştırılmıştır. Kavurma sıcaklık ve süreleri ön denemeler sonucunda 150±5 °C, 180±5 °C ve 200±5 °C; 4, 6, ve 8 dakika olarak tespit edilmiştir. Tekstür değişimi, sıkıştırma testlerinden elde edilen kuvvet deformasyon eğrisi sonucunda elde edilmiştir. İstatistiksel açıdan baktığımızda, farklı kavurma sıcaklık ve süreleri artan leblebilerin sertliği azalmıştır. Kavurma sıcaklık ve süresinin artması ile birlikte leblebilerin L* değerinin azaldığı, a* ve b* değerlerinin ise arttığı gözlenmiştir. L*, a* ve b* parametrelerinin r² değerleri incelendiğinde; L* parametresinin renk değişim kinetiği sıfıncı dereceden ve aktivasyon enerjisi 36.81 kJ/mol olarak tespit edilmiştir. a* ve b* parametreleri sıfıncı dereceden ve sırasıyla 14.23 kJ/mol ve 11.21 kJ/mol aktivasyon enerjilerine sahip olduğu tespit edilmiştir. En düşük beneklilik değeri 150±5 °C dakika kavurulmuş leblebide belirlenirken, en yüksek değer 200±5 °C 8 dakika kavurulan leblebilerde tespit edilmiştir. Beneklilik dışı rengin kavurma sıcaklık ve süresinin artması ile önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir. En düşük sertlik değeri 200±5 °C 8 dakika kavurulan leblebilerde ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nohut, Leblebi, Kavurma, Sertlik, Renk

Address for Correspondence:
Hidayet SAĞLAM
e-mail:
hidayetsaglam@kilis.edu.tr

Received Date:
15.11.2019
Accepted Date:
15.05.2020

© 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.

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is one of the most important legumes, which can grow in dry or semi-dry soil. Chickpeas, a century old food, have important nutritional quality due to their rich protein, carbohydrate, dietary fiber, minerals and vitamin content (Gülümser 1988).

The chickpea is one of the most common legumes in Turkey in terms of growing area (47.1%) and annual production (43.3 %) and nearly 20 % of total chickpeas production is used to produce roasted chickpea (leblebi) (Aydın 2002). Leblebi is the most popular traditional snack, which is consumed in Turkey and Middle Eastern countries (Mrad et al., 2015).

There are many chickpea processing methods in different countries. Chickpea can be consumed as fresh or as processed into different products. Processing methods include soaking, decortication, grinding, sprouting, fermentation, boiling, mashing, roasting, parching, frying and steam treatment (Deshpande & Damodaran, 1990). Roasting is a worldwide known and used technique that significantly increases the palatability of chickpea by improving its flavor, texture, appearance and color (Özdemir & Devres, 2000; Yıldırım et al., 2012; Mrad et al., 2015).

Chickpeas should meet some quality criteria in order to be processed. These quality criteria include shape, size, color and harvesting time and the shape, size and color of chickpeas change according to chickpea type. For leblebi processing, large-seeded, round and smooth surfaced chickpeas are preferred and the chickpeas' hull should be easily removable from kernels during leblebi production. Harvesting time affects the tempering (preheating and resting) process of chickpea and therefore the quality of the final product. Cleaning and sorting of chickpea (>6 mm radius) are important stages at leblebi production. In order to improve the quality and increase the yield, undeveloped, damaged, shrunken and broken chickpea seeds are removed during cleaning process (Gençkan, 1958; Tekeli,

1965; Bilgir, 1976; Chavan, 1983; Gülümser, 1988; Coşkuner & Karababa, 2004).

Chickpeas hard texture requires severe thermal processing conditions that can damage the nutritional quality and organoleptic properties like color. Cleaned chickpeas are subjected to heat in several stages until the final product is obtained. Following the heat treatment, water is added to increase the moisture content. Chickpeas are rested prior to roasting process due to changes in the physical properties of the chickpea (Bilgir, 1976; Köksel et al., 1998; Coşkuner & Karababa, 2004; Mrad et al., 2015; Sağlam & Seydim, 2017). These physical changes can be defined as the separation of husks, the decrease in moisture content and in hardness, turning yellow, and the chalky appearance.

Today, large-scale industrial production of leblebi is not present. Small-scale manufacturers generally produce it by using traditional methods like "single roasted leblebi". Final roasted chickpea product (Roasted Chickpeas, Sari Leblebi) is obtained when "single roasted leblebi" is roasted one more time. Roasted chickpeas have bright yellow color, large, soft structure, non-adherent to teeth and have specific flavor. There should not be burnt smell in roasted chickpeas and not have too much black specks (Gülümser, 1998; Aydın, 2002).

Color is one of the most important parameters due to its influence on consumer's acceptance and controlling the process of roasted chickpea (Maskan, 2001; Kahyaoğlu & Kaya, 2006). Roasting process is followed up by the amount of specks. The color and specks on chickpeas are observed in order to decide the roasting degree of the chickpeas.

Browning reactions in food systems are explained by different kinetic models. There are many studies about color kinetic of foods (Avila & Silva, 1999; Özdemir & Devres, 2000; Maskan, 2001; Demir et al., 2002) however; there are not many studies about the color of roasted chickpeas.

Although browning reactions are complex reactions, they are important criterias in "kinetic

modelling". In order to follow up the process, the modelling of kinetic parameters (reaction order, reaction rate constant, and activation energy) is necessary (Kahyaoğlu & Kaya, 2006).

The first necessary parameter for describing a kinetic model is the assignment of the reaction degree. Although, generally, it is assumed that reactions in foods are between zero and third order; non enzymatic browning reactions are assumed as zero or first-order reactions (Equation 1, 2). In some studies, reaction kinetic of color change has been calculated as zero order (Rapusas & Driscoll, 1995; Bhattacharya, 1996; Bozkurt et al., 1998; Özdemir & Devres, 2000) or first order (Shin & Bhowmilk, 1995; Maskan, 2001; Demir et al., 2002; Yıldırım et al., 2012) or defined with a different reaction model (Avila & Silva, 1999; Garza et al., 1999; Ibarz et al., 1999; Özdemir, 2001; Demir et al., 2002; Kahyaoğlu & Kaya, 2006). In addition, the Arrhenius relation in the reaction is affected by the temperature (Equation 3) (Labuza, 1982; Özdemir, 2001). Generally, quality reducing non-enzymatic browning reactions is zero-order but oxidative color degradation is a first order reaction (Göğüş et al., 1998; Cemeroğlu, 2005).

$$C=C_0-kt \quad (1)$$

$$C=C_0\exp(-kt) \quad (2)$$

$$k = k_0 e^{\frac{-E_a}{RT}} \quad (3)$$

Where;

C: Color dimension after roasting

C₀: Color dimensions before roasting

k: Reaction rate constant (s⁻¹)

t: Time (min)

E_a: Activation energy (kg/mol)

T: Temperature (K, kelvin)

R: Universal gas constant (8.314 jmol⁻¹K⁻¹)

Since the temperature affects the reaction kinetics, this effect of temperature can be explained by activation energy. Activation energy of a reaction shows the degree of change on the reaction rate depending on the temperature. In

other words, E_a is the minimum energy level for the reaction. If the activation energy is high, that means the reaction is sensitive to temperature changes (Cemeroğlu, 2005).

Number of studies about the physical changes during the processing of roasted chickpea is limited and there are not any studies about the roasting time and temperature, which affect the quality of chickpea.

The aim of this study to determine the textural and color changes of leblebi samples that was roasted at different temperatures for different durations. There aren't any studies about the color change kinetics of leblebi, so in this study the kinetics of color change during leblebi production was examined.

Materials and Method

Material

"Single roasted chickpea" samples were obtained from "EROĞLU Leblebi Production Company" (Tavşanlı, Kütahya). In leblebi production, all companies have their own special processing technique. Single roasted chickpeas that was used in this study was produced with the following procedure: Following the cleaning process, chickpeas with a diameter bigger than 9.5 mm were separated with sieving, than subjected to thermal treatment in several stages. First, second and third heat treatments were performed at around 150 °C for 30, 20 and 10 minutes, respectively. The chickpeas were allowed to rest for 24 hours following the first and second heat treatments and 2 months following the third treatment. After this procedure, water was added to increase the moisture content approximately to 10 % and heated so their husks are easily separated from cotyledons. This product is called "single roasted chickpea" and has the characteristics of 482.96 gr a thousand seed weight, 58.93 N stiffness at suture direction, 67.74 N stiffness at cheek direction and 83.23 L*, 3.09 a* and 29.42 b* color values. Single roasted chickpea samples were stored in the polyethylene bag until second roasting process.

Method

Roasting Procedure

Roasting temperatures and time durations were selected as 150±5 °C, 180±5 °C and 200±5 °C and 4, 6 and 8 minutes respectively, based on preliminary studies. Prior to roasting process of "single roasted chickpea", moisturizing is necessary. Moisture content of the single roasted chickpea was adjusted to 8% by water addition then roasting process was applied at predetermined temperatures and durations. After the roasting process, chickpeas were left to cool at room temperature, than stored in vacuum packages until to the analysis.

Texture Measurements

The textural analysis of the chickpea samples were performed using a LFPlus Universal Test Analyzer (Lloyd Instruments, England) with Nexygen Mt. analyzer software. In order to deform and test at least 80 % of the roasted chickpea, a load cell of 100 N with the speed of 1 mm/s was used. The stiffness of roasted chickpea was determined in terms of Newton and ten measurements were taken. During hardness measurements, cheek and suture direction hardnesses were taken into account as shown in Figure 1.

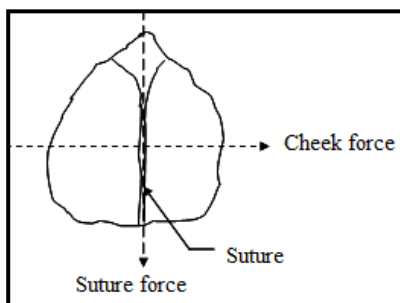


Figure 1. Suture and Cheek Direction of Roasted Chickpea
Şekil 1. Leblebinin Sütür ve Yanak Yönü

Color Measurements

The color of the roasted chickpeas was measured by using a Minolta Chromameter (CR-400) (measuring head (CR-A33f) has an 8 mm diameter measuring area). Prior to color measurement, chickpeas were grinded in a coffee grinder. Five color measurements were taken for each sample, which have different roasting

temperature and durations. L*, a* and b* values were determined with these measurements; where L* value is related with the degree of lightness, a-value represents the green-red spectrum (-60 (green) and + 60 (red)), and b* value represents the blue-yellow spectrum (-60 (blue) and +60 (yellow)). Total color change (ΔE) is also used to estimate the total color change during roasting as shown in Eq. 4 (Kaur et al., 2005).

$$\Delta E = [(L^* - L^*_{ref})^2 + (a^* - a^*_{ref})^2 + (b^* - b^*_{ref})^2]^{1/2} \quad (4)$$

Where;

L*, a* and b*: Color dimensions

ΔE : Total color change

L*_{ref}, a*_{ref} and b*_{ref}: Reference color dimensions

Kinetic model and activation energy was calculated as shown in Equation 1-3.

Sensory Analysis of Roasted Chickpea

"Descriptive Analysis Method" was used for the sensory analysis of roasted chickpea. In order to decide the descriptive parameters of roasted chickpea samples obtained from different markets, 23 panelists were educated. The goal of the education was to introduce the used material in the applications and to form the descriptive parameters. After the education, the roasted chickpea samples from market were placed in special rooms and were served with salted cracker and water to panelists. The analysis was carried out in duplicate for each sample. During the sensory analysis, the panelists who couldn't determine the differences between the samples in preliminary analysis were excluded from the analysis. Descriptive Analysis Method is a detailed method compared to other analysis methods. In this method descriptive parameters: speckling, color without speckling and hardness were determined by the panelists and these parameters were used for sampling distribution. This method also makes possible to compare the results obtained by sensory analysis and devices.

Statistical Analysis

Analysis of variance with General Linear Model (GLM) was used for statistical analysis to determine the effect of temperature and duration on the stiffness and color of the roasted chickpea samples. Differences between means were compared for significance using the Duncan's test. The statistical analysis was carried out in three replicates using three batches of single roasted leblebi samples (single roasted chickpea). The textural and color measurements for each sample were taken ten and five times respectively.

Results and Discussion

Texture

Statistical analysis indicated that hardness from cheek angle of the single roasted chickpea was statistically greater than the twice roasted chickpea (leblebi). Where the hardness value of single roasted chickpea was 67.74 N, the hardness parameters of twice roasted chickpeas were varied between 59.30-53.41 N due to the applied temperature and duration of the roasting process. According to the obtained results, the chickpea, which was roasted for 8 minutes at 200±5 °C, has the minimum level of the hardness with the value of 53.41 N (Table 1).

Table 1. Hardness of The Chickpeas and Leblebi from Cheek Angle

Tablo 1. Nohut ve Leblebinin Yanak Açısından Sertliği

Sample Numune		Force (N) Kuvvet (N)
Temperature Sıcaklık	Time (Minute) Süre (dakika)	
150±5 °C	4	59,30±3,56
	6	56,80±1,80
	8	54,06±1,51
180±5 °C	4	58,89±5,31
	6	56,10±3,88
	8	54,17±3,36
200±5 °C	4	57,14±0,61
	6	56,65±4,93
	8	53,41±2,78
Single Roasted Chickpea Tek Kavrulmuş Nohut		67,74±0,42

It can be seen that cheek angle hardness value of the chickpeas roasted at 150±5°C and 180±5 °C

were decreased in a similar manner as in the roasting time. Although there was not an important difference in hardness values of the chickpeas that were roasted for 4 and 6 minutes at 200±5 °C, the hardness value of single roasted chickpea at the same temperature for 8 minutes has seen a dramatical decrease. It was seen that the temperature 200±5 °C was the most effective temperature for 4 minutes of processing time; 180±5 °C temperature was effective with 6 minutes processing time. 200±5 °C temperature with 8 minutes of processing time was found to be the most effective method to decrease the hardness of the chickpea.

The hardness of the chickpea from suture angle was decreased with increasing roasting temperature. The hardness value of single roasted chickpea was found as 58.93 N, the hardness values of chickpeas were determined as 51.89 N, 49.98 N and 48.22 N where the processing conditions were 150±5°C for 8 minutes, 180±5 °C for 8 minutes and 200±5 °C for 8 minutes, respectively (Table 2).

Table 2. Hardness of The Chickpeas from Suture Angle
Tablo 2. Nohut ve Leblebilerin Sütür Açısından Sertliği

Sample Numune		Force (N) Kuvvet (N)
Temperature Sıcaklık	Time (Minute) Süre (Dakika)	
150±5 °C	4	56,88±8,32
	6	53,36±2,82
	8	51,89±3,31
180±5 °C	4	51,82±0,86
	6	50,06±3,94
	8	49,98±2,61
200±5 °C	4	51,38±1,19
	6	52,63±3,80
	8	48,22±4,09
Single roasted chickpea Tek Kavrulmuş Nohut		58,93±1,77

As shown in Table 2, the hardness of chickpea processed at 200±5 °C for 6 minutes was greater compared to 4 minutes of roasting process but at the same processing temperature the hardness value was smaller for 8 minutes of roasting process. The minimum hardness of the chickpeas from suture angle was reached with the value of 48.22 N. The suture hardness value of chickpeas roasted at 180±5 and 200±5 °C for 4 minutes were obtained as 51 N whereas the same value

for chickpea processed at 150 ± 5 °C was obtained as 57 N approximately. Although the hardness values were decreased similarly in 150 ± 5 °C and 180 ± 5 °C processing temperatures, it was determined that the minimum value of hardness was reached in the samples processed at 200 ± 5 °C for 6 and 8 minutes.

According to the obtained results, when the roasting temperature and time were increased, hardness of leblebi samples from suture and cheek angle were decreased (Figure 1). Since the roasting process decreases the stiffness of chickpea, it becomes possible to consume it as a snack. Stiffness from suture angle was less than cheek angle results because of the physical structure of the chickpea. Having two cotyledons leads to an easy separation of chickpeas. This feature is also the reason for random decrease of stiffness. The minimum value of suture and cheek hardness was obtained at the samples roasted at 200 ± 5 °C for 8 minutes.

In previous studies which compare the chickpeas with roasted chickpeas, it has been found that the roasting process leads to softening the chickpea, so making it possible to be consumed (Köksel et al., 1998; Kaur et al., 2005). Also according to some other studies, with the

roasting process, the structure of the hazelnuts was developed, the cell wall of hazelnuts was broken to some extent and the hazelnuts swelled. Structure of the hazelnuts affects the texture, so when they increased in volume, crispness and crackling properties of the products were increased (Saklar et al., 2003). Studies on hazelnut have shown that the roasting temperature and duration change the structure of hazelnuts (Demir & Cronin, 2004; 2005).

Color Analysis

The L^* , a^* and b^* values of roasted chickpeas at different processing temperature and durations were tabulated in Table 3. The statistical analysis indicated that the process temperature and duration significantly ($p < 0.05$) affected the color values of roasted chickpeas.

When the L^* value 83.23 was determined for single roasted chickpea, this value dramatically decreased with the increase in roasting temperature and time. L^* values ranged from 82.51 to 64.59. The value of 82.51 was obtained at 150 °C for 4 minutes processing, the value of 64.59 was obtained at 200 °C for 8 minutes processing (Table 3).

Table 3. The Color Analysis Results of The Samples

Tablo 3. Numunelerin Renk Analizi Sonuçları

Temperature (°C) Sıcaklık (°C)	L^*			a^*			b^*		
	4 minute 4 dakika	6 minute 6 dakika	8 minute 8 dakika	4 minute 4 dakika	6 minute 6 dakika	8 minute 8 dakika	4 minute 4 dakika	6 minute 6 dakika	8 minute 8 dakika
150 ± 5	82,51 $\pm 0,71^{a,x}$	80,68 $\pm 0,60^{a,x}$	77,57 $\pm 2,2^{b,x}$	3,13 $\pm 0,30^{a,x}$	3,99 $\pm 0,18^{a,x}$	5,97 $\pm 1,21^{b,x}$	28,58 $\pm 0,88^{a,x}$	29,6 $\pm 0,75^{b,x}$	31,09 $\pm 0,89^{c,x}$
180 ± 5	82,04 $\pm 0,65^{a,x}$	78,32 $\pm 3,35^{b,y}$	71,14 $\pm 2,00^{c,y}$	3,44 $\pm 0,34^{a,x,y}$	5,30 $\pm 1,63^{b,y}$	9,0 $\pm 0,96^{c,y}$	29,57 $\pm 0,60^{a,y}$	31,1 $\pm 1,13^{b,y}$	33,07 $\pm 0,86^{c,y}$
200 ± 5	79,26 $\pm 2,45^{a,y}$	75,52 $\pm 3,18^{b,z}$	64,59 $\pm 8,31^{c,z}$	4,15 $\pm 0,58^{a,y}$	6,87 $\pm 1,41^{b,z}$	10,9 $\pm 2,79^{c,z}$	29,21 $\pm 0,97^{a,x,y}$	31,3 $\pm 0,80^{b,y}$	32,80 $\pm 1,08^{b,x}$

^{a-c} significant differences in the lines ($p < 0.05$)

^{a-c} satırlardaki önemli farklılıklar ($p < 0.05$)

^{x-z} significant differences in the columns ($p < 0.05$)

^{x-z} sütündeki önemli farklılıklar ($p < 0.05$)

L^* values showed in Table 3. Although there was not an important difference between L^* values of chickpeas roasted at 150 ± 5 °C and 180 ± 5 °C for 4 minutes, the value at 200 ± 5 °C for 4 minutes was significantly different. The L^* values were different for the samples roasted at different temperature for 6 and 8 minutes. Therefore L^* values and roasting time were inversely proportional.

Similar results were observed in the comparison of chickpea and roasted chickpea (Köksel et al., 1998; Mrab et al., 2015) and hazelnuts (Fallico et al., 2003; Özdemir and Devres, 2000; Saklar et al., 2001). In a study of L^* , a^* and b^* values of roasted hazelnuts, it was observed that the most sensitive parameter was the L^* value (Demir et al., 2002).

Where the a^* value of single roasted chickpea

was 3.09, a^* values were observed to be significantly increased at different temperatures. Although the a^* value was 3.13 for the samples processed at 150 ± 5 °C for 4 minutes, this value was observed as 3.99 for 6 minutes and 5.97 for 8 minutes at the same temperature. There was not a significant difference between 4 and 6 minutes of roasting process at 150 ± 5 °C whereas there was a significant increase for 8 minutes of processing duration ($p < 0.05$). At 180 ± 5 °C and 200 ± 5 °C, it was observed that the roasting time affected the a^* value. There were not important changes in a^* values. For the roasting processes of 150 ± 5 °C, 180 ± 5 °C and 200 ± 5 °C for 4 minutes, the a^* values were obtained as 3.13, 3.44, and 4.15 respectively. When the roasting temperature was changed for the 6 and 8 minutes of processing times, there was a significant increase in a^* values ($p < 0.05$). It was concluded that the a^* values were ranged from 3.13 to 10.9. The 3.13 value was determined at 150 ± 5 °C for 4 minutes of processing and the 10.9 value was obtained at 200 ± 5 °C for 8 minutes of processing (Table 3).

Similar results for a^* values were observed in the comparison of chickpea and roasted chickpea (Köksel et al., 1998; Mrab et al., 2015) and at roasted hazelnuts (Fallico et al., 2003; Özdemir & Devres, 2000; Saklar et al., 2001).

When the statistical analysis of b^* value was evaluated, it was seen that the b^* value was increased with increasing roasting temperature. When the b^* value of single roasted chickpea was 29.42, this value was 32.8 at 200 ± 5 °C for 8 minutes of processing. The b^* value was 28.58 at 150 ± 5 °C for 4 minutes of processing, it increased to 31.06 at the same temperature for 8 minutes of processing. Roasting temperature and time significantly ($p < 0.05$) affected the b^* values of roasted chickpeas. The b^* values ranged from 28.58 to 33.07. The minimum value was observed at 150 °C for 4 minutes, and the maximum value was observed at 180 °C for 8 minutes of processing (Table 3).

Similar results were observed in the comparison chickpea and roasted chickpea (Köksel et al., 1998; Mrab et al., 2015) and at

roasted hazelnuts (Fallico et al., 2003; Saklar et al., 2001). However different results were obtained at roasted hazelnuts (Özdemir & Devres, 2000) where b^* values of roasted hazelnuts didn't increase.

Total color changes (ΔE) were calculated with Equation 4. The ΔE value at 150 ± 5 °C for 4 minutes of processing was obtained as 1.11, at 180 ± 5 °C for 4 minutes was obtained as 1.25, and at 200 ± 5 °C for the same duration, was obtained as 4.11. There was no significant change in ΔE value at 150 ± 5 °C and 180 ± 5 °C for 4 minutes of processing. The minimum value of ΔE (1.11) was obtained at 150 ± 5 °C for 4 minutes and the maximum value of ΔE (20.49) was obtained at 200 ± 5 °C for 8 minutes of processing (Table 4). When chickpea was roasted at different temperature and duration, ΔE values changed significantly ($p < 0.05$). As a result, the ΔE values of roasted chickpeas increased when temperature and time increased.

Table 4. Total Color Changes of Roasted Chickpeas

Tablo 4. Leblebilerin Toplam Renk Değişimleri

Temperature <i>Sıcaklık</i>	ΔE		
	4 minute <i>4 dakika</i>	6 minute <i>6 dakika</i>	8 minute <i>8 dakika</i>
150 ± 5 °C	1.11	2.71	6.57
180 ± 5 °C	1.25	5.64	13.96
200 ± 5 °C	4.11	8.79	20.49

Köksel et al., (1998) compared chickpeas and roasted chickpeas and found significant ($p < 0.05$) color differences in the results of non-enzymatic reactions. Roasted chickpeas are more attractive than chickpea due to high a^* and b^* values.

Kinetic Model and Activation Energy

The zero (0°) and first (1°) order equations were applied to the experimental results of L^* , a^* and b^* values in order to determine the model of kinetic of color change during roasting process. The results were tabulated in Table 5. It can be seen that the values of L^* for zero order regression results (r^2) was determined in the range of 0.9259-0.9781; and for the first order, it was in the range of 0.9151-0.9757. Since the L^* value parameter for zero order was greater than

the others; the model of L* parameters was accepted as zero order. While zero order of a* value was in the range of 0.9507-0.9876, first order of a* value was in the range of 0.9799-0.9994. These results show that it is possible to use zero or first order model to describe a* values but for better precisions the first order model was preferred. Zero order of b* value was in the range

of 0.9884-0.9911, the first order of b* value was in the range of 0.9878-0.9968. These results show that it is possible to use the zero and first order of b* value but for better precisions model of b* value was taken as first order (Table 5). In conclusion the model of L* value was accepted as zero order, the model of a* and b* values were accepted as first-order.

Table 5. Kinetic Model of Color Changes

Tablo 5. Renk Değişiminin Kinetik Modeli

Model Model	Criteria Kriter	Roasting Temperature (°C) Kavurma Sıcaklığı (°C)								
		L*			a*			b*		
		150	180	200	150	180	200	150	180	200
Zero order	k	1.235	2.725	3.6675	1.6875	1.4025	0.71	1.255	1.75	1.795
	r ²	0.9781	0.9675	0.9259	0.9507	0.9635	0.9876	0.9884	0.9948	0.9911
First order	k	0.0154	0.0356	0.0512	0.1614	0.2418	0.2414	0.021	0.028	0.029
	r ²	0.9757	0.961	0.9151	0.9799	0.9962	0.9994	0.9908	0.9968	0.9878

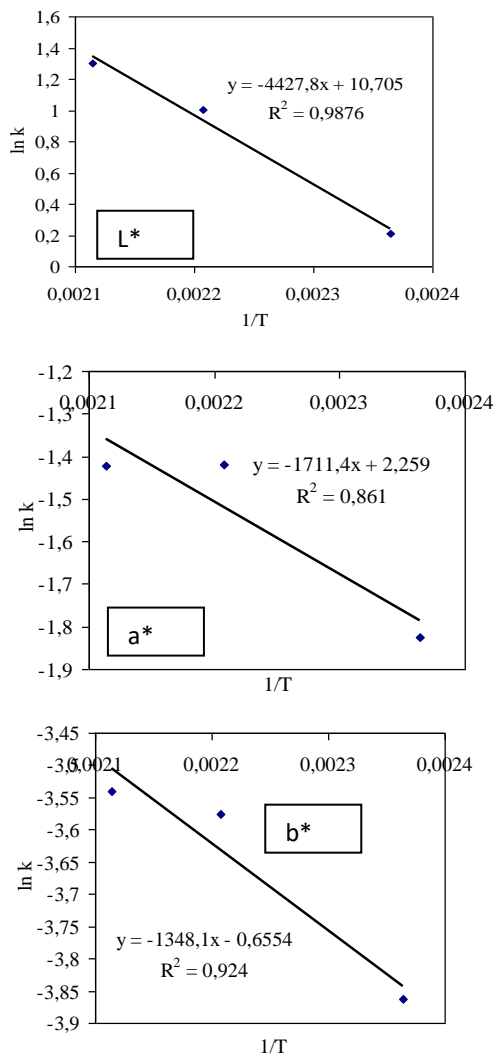


Figure 2. Calculation of Activation Energy
Şekil 2. Aktivasyon Enerjisinin Hesaplanması

Kinetic model of color change can be considered as zero or first order but there were

some other studies about different kinetic models (Avila & Silva, 1999; Demir et al., 2002; Garza et al., 1999; Ibarz et al., 1999; Kahyaoglu & Kaya, 2006).

Activation energy of L*, a* and b* values calculated as 36.81 kJ mol⁻¹, 14.23 kJ mol⁻¹ and 11.21 kJ mol⁻¹, respectively (Figure 2).

Activation energies of color changes ranged between 41-125 kJ mol⁻¹ (Cemeroğlu, 2005; Saguy & Karel, 1980) but the activation energies of L*, a* and b* values were determined to be smaller than these values. Reason of this might be due to high temperature during roasting, roasting apparatus and product difference.

The Results of Sensory Analysis

The results of the sensory analysis and statistical evaluation was done according to the answers given by the panelists with descriptive words such as speckling, color without speckling and hardness that were on the sensory evaluation form (Table 6).

The term “speckling” was used to define black speckles that were formed by double roasting of leblebi. The color without speckling as the part of the above-mentioned except for the coloration of leblebi’s bright yellow (Figure 3). The hardness feature of roasted chickpea was determined by panelists according to its resistance against biting during sensory evaluation.

Table 6. Speckling, color without speckling and hardness of roasted chickpea

Tablo 6. Leblebinin beneklilik, beneklilik harici kalan renk ve sertliği

Temperature Sıcaklık	Time (Minute) Süre (Dakika)	Speckling Beneklilik	Color without speckling Beneklilik harici kalan renk	Hardness Sertlik
150±5°C	4	2,13±1,00	10,90±0,84	8,89±0,54
	6	3,24±1,56	9,68±1,19	7,59±0,41
	8	5,42±2,08	7,77±2,28	6,51±0,83
180±5°C	4	2,34±0,38	10,93±0,49	7,45±0,50
	6	6,03±3,39	8,12±2,79	6,44±0,42
	8	9,25±0,86	5,13±1,21	6,03±0,74
200±5°C	4	7,31±3,41	6,23±3,24	6,57±0,36
	6	8,33±2,73	5,88±2,67	6,42±0,68
	8	11,07±2,98	4,07±3,64	5,81±0,61
Single roasted Chickpea Tek kavurulmuş leblebi		0,44±0,02	13,33±0,67	11,90±0,46

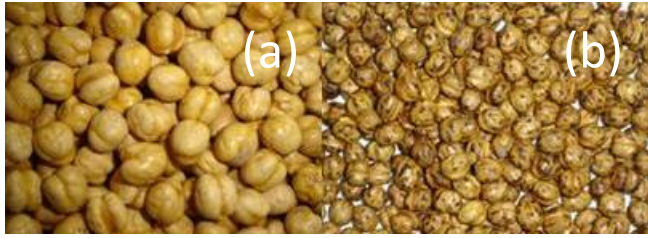


Figure 3. a. Single Roasted Chickpea, b. Speckling and Color Without Speckling of Roasted Chickpea

Şekil 3. a. Tek Kavurulmuş Nohut, b. Leblebinin Beneklilik Durumu

Speckling

The speckling properties of roasted chickpea were observed at the end of the roasting processes at different temperatures and durations. Also, when roasting temperature was increased without increasing the duration or when roasting duration was increased without increasing the temperature, significant changes were observed in the speckling color of roasted chickpea ($p < 0.001$). According to the answers given by panelists, it was determined that the speckling value of single roasted chickpea was 0.44. The speckling values of roasted chickpea at different temperatures and durations were obtained between 2.13 and 11.07. The lowest value of speckling was determined in the chickpea sample which was roasted at 150±5°C for 4 minutes, and the highest value was obtained at 200±5 °C for 8 minutes of processing (Table 6).

Color without speckling

Color without speckling was found to be significantly ($p < 0.0001$) increasing when roasting time and temperature were increased. It was in the range of 4.07-10.93. The color value without

speckling of single roasted chickpea was 13.33, whereas 4.07 at 200±5 °C for 8 minutes of roasting process and 10.93 at 180±5°C for 4 minutes of roasting process (Table 6).

Hardness

According to the results of sensory analysis, as the roasting temperature increased, the hardness value of the samples decreased. Hardness of single roasted chickpea was determined to be higher than the chickpea samples which were roasted at 150±5 °C, 180±5 °C and 200±5 °C. The value of hardness of single roasted chickpea was determined as 11.90 whereas the hardness of leblebi was ranged from 5.81 to 8.89. The lowest value of hardness was observed at 200±5 °C for 8 minutes of roasting (Table 6).

By comparing the results of sensory analysis and instrumental analysis, it was found that processing temperature and time affected the chickpea hardness. Our results comply with the results obtained by Szczesniak (2002).

Conclusions

Roasted chickpea is a country-specific snack obtained by roasting chickpeas in different temperatures. During leblebi production, after many heat treatments and resting phases, chickpea becomes single roasted chickpea. The products sold in markets as "leblebi" are double-roasted chickpeas. During the double roasting process by means of the roasting systems, chickpeas are subjected to second heat treatment

and therefore chickpea develops in taste, odor and color characteristics.

With increasing roasting temperature and time, it was observed that the L* values of the leblebi's decreased and a* and b* values increased. The color change kinetic model of the L* parameter was determined at zero order and the activation energy was found as 36.81 kJ / mol. The a* and b* values had an activation energy of 14.23 kJ/mol and 11.21 kJ/mol, respectively. The low activation energy values of L*, a* and b* values were due to high temperature application, heating profile and raw material type.

For the hardness analysis, the samples were tested from two different angles, from cheek and suture angle. The results showed that the hardness values obtained from the cheek angle were higher than the corresponding values of the suture angle. The reason of this situation was due to the physical structure of chickpea.

The reason of reducing in the hardness chickpea during roasting process due to the air gaps in the samples. In the second roasting process, the water in the chickpeas evaporated therefore the water vapor pressure increased. During the process, the water in the starch evaporates, hence the porous structure forms. So leblebi reaches to a consumable hardness.

Our study indicates that the temperature and duration of roasting process are the most important steps of roasting process. It was concluded that the increase in temperature and duration of processing leads to increase of chickpea attractiveness and consumer acceptance.

Acknowledgements

This study was supported by Süleyman Demirel University Scientific Research Projects Coordination Unit as project number 0917-YL-04. We have written our manuscript by using a part of a master's dissertation. Thank you for your support.

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

References

- Avila, I.M.L.B., & Silva, C.M.L. (1999). Modelling Kinetics of thermal degradation of colour in peach puree. *Journal of Food Engineering*, 39, 161-166.
- Aydın, F. (2002). Nohudun Kullanımı ve Leblebi Üretimi. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. Gaziantep.
- Bhattacharya, S. (1996). Kinetics on color changes in rice due to parboiling. *Journal of Food Engineering*, 29, 99-106.
- Bilgicir, B. (1976). Türk Leblebilerinin Yapılışı ve Bileşimi Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınlar No: 232. Ege Üniversitesi Matbaası. Bornova, İzmir.
- Bozkurt, H., Göğüş, F., & Eren, S. (1998). Pekmezde Maillard Esmerleşme Reaksiyonlarının Kinetik Modellemesi. *Tr. J. of Engineering and Environmental Science*, 22, 455-460.
- Cemeroğlu, B. (2005). Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 29. Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü. Ankara.
- Chavan, J., K., Jawele, H., K., Shore, D., M., Jadhav, S., J., & Kadam, S., S. (1983). Effect of presoaking treatments on the cooking quality of legume dhals. *Indian Food Packer*, 37, 78-81.
- Coşkun, Y., & Karababa, E. (2004). Leblebi: a Roasted Chickpea Product as a Traditional Turkish Snack Food. *Food Reviews International*, 20, 3, 257-274.
- Demir, A., D., Celayeta, J., M., F., Cronin, K., & Abodayeh, K. (2002). Modelling of the kinetics of colour change in hazelnuts during air roasting. *Journal of Food Engineering*, 55, 283-292.
- Demir, A., D., & Cronin, K. (2004). Modelling the kinetics of textural changes in hazelnuts during roasting. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 13, 97-107.
- Demir, A., D., & Cronin, K. (2005). The thermal kinetics of texture change and the analysis of texture variability for raw and roasted hazelnuts. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 371-383.
- Deshpande, S., S., & Damodaran, S. (1990). Food legumes: chemistry and technology. In: Pomeranz, Y., ed. *Advanced in Cereal Science and Technology*, Vol. X. St. Paul, MN: *American Association of Cereal Chemists*, 147-241.
- Fallico, B., Arena, E., & Zappala, M. (2003). Roasting of hazelnuts. Role of oil in colour development and hydroxymethylfurfural formation. *Food Chemistry*, 81, 569-573.
- Garza, S., Ibarz, A., Pagan, J., & Giner, J. (1999). Non-enzymatic browning in peach puree during heating. *Food Research International*, 32, 335-343.
- Gençkan, S. (1958). Türkiye'nin Önemli Nohut Çeşitlerinin Başlıca Vasıfları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1. Ege Üniversitesi Matbaası. İzmir.
- Göğüş, F., Wedzicha, B., & Lamb, J. (1998). Modelling of Maillard reaction during drying of a model matrix. *Journal of Food Engineering*, 35, 445-458.
- Gülümser, A. (1988). Nohutun hasattan sonra değerlendirilmesi ve leblebi yapımı. Ondokuz Mayıs

- Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 3 (2), 251-260.
- Ibarz, A., Pagan, J., & Garza, S. (1999). Kinetics model for colour changes in pear puree during heating at relatively high temperatures. *Journal of Food Engineering*, 39, 415-422.
- Kahyaoğlu, T., & Kaya, S. (2006). Modelling of moisture, color and texture change in sesame seeds during the conventional roasting. *Journal of Food Engineering*, Volume 75, Issue 2, Pages 167-177.
- Kaur, M., Singh, N., & Sodhi, N.S. (2005). Physicochemical, cooking, textural and roasting characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 69, 511-517.
- Köksel, H.; Sivri, D.; Scanlon, M., G., & Bushuk, W. (1998). Comparison of physical properties of raw and roasted chickpea (leblebi). *Food Research International*, Vol. 31, No: 9, pp. 659-665.
- Labuza, P., P. (1982). Shelf Life Dating of Foods. ISBN 0-917-678-14-1. Minnesota.
- Maskan, M. (2001). Kinetics of colour changes of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*, 48, 169-175.
- Mrad, R., Assy, P., Maroun, R.G., & Louka, N. (2015). Multiple optimization of polyphenols content, texture and color of roasted chickpea pre-treated by IVDV using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 62, 532-540
- Özdemir, M., & Devres, O. (2000). Kinetics of color changes of hazelnuts during roasting. *Journal of Food Engineering*, 44, 31-38.
- Özdemir, M. (2001). Mathematical Analysis of color changes and chemical Parameters of roasted hazelnuts. Doktora Tezi. Istanbul Technical University, İstanbul.
- Rapusas, R., S., & Driscoll, R., H. (1995). Kinetics of non-enzymatic browning in onion slices during isothermal heating. *Journal of Food Engineering*, 24, 417-429.
- Saguy, I., & Karel M., (1980). Modeling of quality deterioration during food processing and storage. *Food Technology*, 37, 78.
- Sağlam, H., & Seydim, A.C., (2017). Leblebi Üretiminde İkinci Kavurma Koşullarının Leblebi'nin Fizikokimyasal Özellikleri ve Duyusal Kalitesi Üzerine Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3):279-292.
- Saklar, S., Katnaş, S., & Urgan, S. (2001). Determination of optimum hazelnut roasting conditions. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 271-281.
- Saklar, S., Urgan, S., & Katnaş, S. (2003). Microstructural changes in hazelnuts during roasting. *Food Research International*, 36, 19-23.
- Shin, S., & Bhowmik, S. (1995). Thermal kinetics of color changes in pea puree. *Journal of Food Engineering*, 24, 77-86.
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 4, 215-225.
- Tekeli, S., T. (1965). Ziraat Sanatları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 237. Yayın No: 77, 477-480.
- Yıldırım, A., Bayram, M., & Öner, M. D. (2012). Hydration Kinetics of Ultrasound Treated Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) During Soaking. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, Cilt 16, Sayı 4.



Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) genotiplerinin gluten kalitesinin glutopik cihazı ile değerlendirilmesi

Evaluation of gluten quality of bread wheat (*Triticum aestivum*) genotypes with glutopik device

Mehmet ŞAHİN*¹ , Aysun GÖÇMEN AKÇACIK¹ , Seydi AYDOĞAN¹ , Berat DEMİR¹ ,
Çiğdem MECİTOĞLU GÜÇBİLMEZ¹ , Sümeyra HAMZAOĞLU¹ , Sadi GÜR¹ , Telat YILDIRIM¹ 

¹Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-KONYA

To cite this article:

Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Demir, B., Mecitoğlu Güçbilmez, Ç., Hamzaoğlu, S., Gür, S., & Yıldırım, T. (2020). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) genotiplerinin gluten kalitesinin glutopik cihazı ile değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2):151-164.

DOI: 10.29050/harranziraat.657208

Address for Correspondence:

Mehmet ŞAHİN

e-mail:

mehmetsahin222@yahoo.com

Received Date:

09.12.2019

Accepted Date:

15.05.2020

© 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 çalışma, 2017-2018 ve 2018-2019 yetiştirme sezonunda Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü merkez lokasyonunda kuru ve sulu şartlarda 13 adet ekmeklik buğday genotipi ile yürütülmüştür. Deneme örnekleri öğütülmüş ve glutopik cihazında Hızlı Un Kontrol metoduna göre (Rapid Flour Check Method) analiz edilmiştir. Glutopik verileri maksimum torktan 15 saniye (s) önceki tork (AM), maksimum tork değeri (BEM), maksimum torka kadar geçen süre (PMT), maksimum torktan 15 saniye sonraki tork (PM), protein oranı (GPRT), yaş gluten (GGLT), enerji değeri (GW), su absorpsiyonu (GSAB), startup enerji (S. enerji) ve agregasyon enerji (Ag. enerji) olarak belirlenmiştir. Buğday kırmasında protein oranı (PRT) ve sertlik analizi (SRT), un örneklerinde Farinograf su absorpsiyonu (FSAB), Alveograf enerji değeri (AW), yaş gluten (YGLT) analizleri yapılmıştır. Glutopik cihazı verileri ile klasik yöntemle yapılan analizler değerlendirilip korelasyonlar incelenmiştir. AM ile FSAB $r = 0.5579$ ve AW $r = 0.3580$, BEM değeri ile FSAB $r = 0.7665$, SRT $r = 0.4089$, YGLT $r = 0.3745$, PMT ile PRT arasında $r = -0.3583$, FSAB arasında $r = -0.6385$ $P < 0.01$ düzeyinde önemli korelasyonlar bulunmuştur. GPRT ile PRT arasında $r = 0.3592$, GGLT ile YGLT arasında $r = 0.3506$, GW ile AW arasında $r = 0.3919$, GSAB ile FSAB arasında $r = 0.8280$ $P < 0.01$ düzeyinde önemli ilişki olduğu belirlenmiştir. Glutopik cihazında elde edilen özellikler ile FSAB arasında yüksek korelasyon belirlenirken PRT, YGLT, AW arasında da önemli korelasyon olduğu tespit edilmiştir. PMT değeri ile diğer özellikler arasında negatif ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda ekmeklik buğday genotiplerinin gluten kalitesinin değerlendirilmesinde, az örnekle kısa sürede analiz gerçekleştirildiğinden Glutopik cihazı kullanımının kolaylık sağlayacağını söyleyebiliriz.

Anahtar Kelimeler: Glutopik, Buğday, Alveograf enerji, Su absorpsiyonu, Protein

ABSTRACT

This study was carried out with 13 wheat genotypes in rainfed and irrigated conditions at the central land of Bahri Dağdaş International Agricultural Research Institute in 2017-2018 and 2018-2019 growing season. Test samples were milled by separating the bran and analyzed by Rapid Flour Check method at GlutoPeak device. GlutoPeak data; torque, 15 seconds (s) before maximum torque (AM), maximum torque (BEM), time to maximum torque (PMT), 15 seconds after maximum torque (PM), protein content (GPRT), wet gluten (GGLT), energy value (GW), water absorption (GSAB), startup energy (S. energy) and aggregation energy (Ag. energy) values were determined. Protein ratio (PRT) and hardness analysis (SRT) in whole wheat, Farinograph water absorption (FSAB), Alveograph energy value (AW), wet gluten (YGLT) analyzes in flour samples were made. GlutoPeak device data and classical analyses were evaluated through correlations. Significant coefficient of correlations ($P < 0.01$) were found between AM and FSAB ($r = 0.5579$) and AW ($r = 0.3580$),

BEM value with FSAB ($r = 0.7665$), SRT ($r = 0.4089$), YGLT ($r = 0.3745$), PMT value with and PRT ($r = -0.3583$) and FSAB ($r = -0.6385$). Significant relationships were determined between GPRT and PRT $r = 0.3592$, between GGLT and YGLT $r = 0.3506$, between GW and AW $r = 0.3919$, between GSAB and FSAB $r = 0.8280$, at level $P < 0.01$. While a high correlation was detected between the scores of GlutoPeak device and those of FSAB, significant correlation between PRT, YGLT and AW was also determined. There was a negative correlation between PMT and other properties. In the light of these data, we can say that the use of GlutoPeak equipment will provide convenience in the evaluation of gluten quality of bread wheat genotypes since analysis is performed in a short time with few samples.

Key Words: GlutoPeak, Wheat, Alveograph energy, Water absorption, Protein

Giriş

Dünya’da ekmeklik buğdaylar ekmek, bisküvi, kek, kraker, erişte makarna gibi hamur işlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Unun fonksiyonelliği ve çok yönlü olması gliadin ve glutenin depo proteinlerinin gluten oluşturma kapasitesi ile ilgilidir. Her buğday depo proteinlerine sahip olmasına rağmen, glutenin viskoelastik ağ oluşturma genotip ve çevre şartlarına göre farklılık göstermektedir (Gupta ve ark., 1992; Marti ve ark., 2015). Bu nedenle ekmeklik buğday ıslah programlarında gluten kalitesinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Günümüzde gelişen teknolojiye bağlı olarak gluten kalitesinin belirlenmesi için yeni teknikler ve metotlar geliştirmek için değişik çalışmalar yapılmaktadır. Gluten kalitesi belirlenmesi için miksoğraf, alveograf, farinograf, ekstensograf gibi cihazlarla su absorpsiyonu, enerji değeri, yağrulmaya karşı tolerans değerleri ile gluten kalitesi hakkında bilgi edinilmektedir. Bu yöntemler fazla miktarda örnek gerektiren ve uzun zaman alan yöntemlerdir (Chandi ve Seetharaman 2012; Karaduman 2015; Güçbilmez ve ark., 2019). Reolojik analizler çok değişkenli bir yapıya sahip olmalarına rağmen, tahıl ve tahıl ürünlerinde az sayıda çalışma verileri kemometrik bir yaklaşımla ele alınmaktadır (Banu ve Aprodu, 2015; Pastor ve ark., 2016). Son zamanlarda bir çok gıda araştırmalarında verilerin değerlendirilmesinde giderek artan oranlarda kemometrik yöntemler (temel bileşenler analizi, kısmi korelasyon vb.) uygulanmaktadır (Giovenzana ve ark., 2013). Geleneksel olarak buğdayın reolojik özelliklerine ait veriler ile Glutopik endeksleri arasındaki korelasyon, Temel Bileşenler analizi (Principal Component Analysis,

PCA), kısmi korelasyon, biplot gibi bilgisayar yazılımları ile yapılabilmekte ve reolojik özelliklerin çok değişkenli doğası hakkında değerlendirme yapmaya imkan tanımaktadır (Malegori ve ark., 2018).

Ekmeklik buğday ıslah çalışmalarında geliştirilecek yeni çeşitlerin gluten kalitelerinin son kullanılacak ürün için uygun olması gerekmektedir. Islah çalışmalarının her kademesinde kalite kontrolü yapılarak gluten kalitesinin belirlenmesi yapılmaktadır. Özellikle kışlık dilim buğday ıslah çalışmalarının yapıldığı bölgelerde hasatla ekim arasındaki sürenin kısalığı nedeniyle gluten kalitesinin hızlı bir şekilde belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Gözlem bahçesi, verim denemesi gibi ıslah kademelerinde gluten kalitesini ölçmek için numune miktarı az olabilmektedir. Son yıllarda gluten kalitesini ölçmek için daha az numune ile daha kısa sürede sonuç veren Glutopik cihazının kullanıldığı belirtilmektedir (Karaduman ve ark., 2015, Marti ve ark., 2015; Güçbilmez ve ark., 2019).

Glutopik cihazı karıştırma ünitesine 9 g un ve 9 ml su konularak, uygulanan metoda göre 1900-2750 devir/dakikada karıştırılmaktadır. Karıştırılma esnasında oluşan gluten ağı ve bu ağın parçalanması ile çizilen Glutopik diyagramının cihazın yazılımında hesaplanması ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi gluten kalitesi hakkında bir bilgi vermektedir. Glutopik cihazı ile tam buğday unu ve rafine un için metot geliştirilmiş olup, her iki metot da gluten kalitesi hakkında fikir vermektedir. Glutopik diyagramında maksimum yüksekliğe ulaşmak için geçen zaman, maksimum yüksekliğe ulaşmadan 15 s öncesi tork değeri, maksimum yükseklikten 15 s sonraki tork değeri, diyagram alt kısmının alanı olarak agregasyon enerjisi hesap edilmekte ve gluten

kalitesi hakkında temel bilgiler sağlamaktadır. Bu çalışmada ileri kademeye çıkmış, tescil edilmek için sunulmuş olan ekmeklik buğday genotiplerinin farklı lokasyonlarda yetiştirilmesi durumundaki gluten kalitelerinin Glutopik cihazı ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada materyal olarak tescil edilmiş (Bezostaya, Bozkır, Taner, Şehzade) çeşitleri ile ileri çıkmış ve tescil edilmek için sunulmuş (Bayındır, Buhara, Hara, İkonya, Kilistra, Meke, Selçuklu, Tuğra, Yavuz) genotipleri kullanılmıştır. Genotipler 2017-2018 ve 2018-2019 yetiştirme sezonunda Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü merkez lokasyonunda, kuru ve sulu şartlarda, ekilmiştir. Kuru şartlarda yağmura dayalı koşullarda yetiştirilmişken, sulu şartlarda yağmura ilaveten 3 defa (her sulamada yaklaşık 60 mm su verilmiştir) pivot sulama sistemi ile sulanarak yetiştirilmiştir. 2017-2018 yetiştirme döneminde 336 mm, 2018-2019 döneminde ise 301.6 mm toplam yağış ölçülmüştür. Denemedeki iki tekerrüre ait materyal temizlendikten sonra laboratuvarında analize alınmıştır. 50 gram civarında buğday örneği Perten 3100 model (Perten instrument AB. Sweden) değirmende öğütülerek, 0.8 mm elek çapında kırma yapılmıştır. Kırmada, Leco FP 528 marka (Leco Inc, St Joseph, MI) cihazda Dumas yöntemi ile tespit edilen azot miktarı 5.7 faktörü ile çarpılarak protein analizi yapılmıştır (AOAC 992.23) (Anonim, 2000a). SKCS (Single Kernel Characterization System)'e göre kalibre edilmiş NIR (Foss DS2500 F) cihazında sertlik analizi yapılmıştır (AACC 55-31) (Anonim, 2000b). Un eldesi için, temizlenen buğday örneklerinden 1 kg alınarak, %14.5 (v/w) nem esasına göre tavlani 12 saat bekledikten sonra Yücebaş YM1 marka (Yücebaş Machinery Analytical Equipment İzmir, Türkiye) un değirmeninde öğütülmüştür (AACC 26-95, AACC 26-50) (Anonim, 2000b).

Buğday ununda yaş gluten analizi Bastak marka gluten yıkama cihazı ile yapılmıştır (AACC 38-12A) (Anonim, 2000b). Farinograf su absorpsiyon

kapasitesi (FSAB) AACC metot 54-21'e göre (Anonim, 2000b), Brabender Farinograph AT 50 (810151.001 model, Brabender, Duisburg, Germany) model cihazla belirlenmiş olup, Alveograf enerji değeri (AW) ise Chopin Alveo PC (Chopin, France) cihazı ile AACC metod 54-30'a göre (Anonim, 2000b) belirlenmiştir.

Glutopik testi Brabender marka (803400 model, Brabender GmbH&Co KG, Duisburg, Germany) cihazla yapılmıştır. Glutopik cihazı ile ilgili tam buğday unu (buğday kırması) ve kepeksiz buğday ununu değerlendiren ayrı metotlar belirtilmiştir. Bu çalışmada, 9 g un örneği 9 g saf su ile 36 °C'de 2750 devir/dakika hızla karıştırılmış, Wiertz (2018) tarafından belirtilen ve kepeksiz buğday unu ile Hızlı Un Kontrol metodu (Rapid Flour Check method) kullanılarak deneme materyali değerlendirilmiştir. Bu cihazda yapılan ölçümler cihazın yazılım programı (Glutopik^R version 2.2.0) tarafından kaydedilmekte ve veriler hesaplanmaktadır. Bu veriler; maksimum torktan 15 s önceki tork (AM) birim olarak Glutopik Unit (GPU), glutenin toparlanma sürecindeki maksimum tork GPU (BEM), maksimum torktan 15 s sonraki tork GPU (PM), maksimum torka kadar geçen süre s (PMT), protein oranı %(w/w) (GPRT), yaş gluten %(w/w) (GGLT), W enerji değeri *10⁻⁴ J (GW), su absorpsiyon oranı %(v/w) (GSAB), startup enerji değeri (S.enerji), agregasyon enerji değeri (Ag. enerji) olarak hesaplanmaktadır. Bu çalışmada 13 adet kışık ekmeklik buğday genotipi 2017-2018 ve 2018-2019 yıllarında Konya merkez lokasyonunda kuru ve sulu koşullarda yetiştirilerek Glutopik cihazı ile kalite değerlendirmeleri yapılmış ve bu cihazın verdiği protein, Alveograf enerji (W), Farinograf su absorpsiyonu (FSAB) ve yaş gluten değerleri klasik usulde yapılan analiz sonuçları eşli t testi ile kıyaslanmıştır. Varyansların homojenliği kontrol edildikten sonra, homojen olan kuru ve sulu lokasyon denemeleri ayrı olarak Jump 11 (2014) programında istatistikî analiz (SAS Institute, ISBN:978-1-62959-560-3), kuru ve sulu lokasyon verileri birleştirilerek korelasyon ve temel bileşenler analizi (PCA) yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

2017-2018 ve 2018-2019 yılı kuru ve sulu lokasyonda yetiştirilen deneme materyallerinde klasik metotla yapılmış olan PRT, YGLT, FSAB ve AW değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Bu kalite

özelliklerinin seçilmesindeki amaç, Glutopik Hızlı Un Kontrol Metodu ile hesaplanan verilerin bu özellikleri tahmin ettiği öne sürüldüğünden, klasik usulde elde edilen veriler ile Glutopik verilerinin kıyaslanmasıdır.

Çizelge 1. Deneme materyallerine ait bazı kalite özellikleri

Table 1. Some quality properties of trial materials

Genotip <i>Genotype</i>	Protein oranı <i>Protein content</i> %(w/w)		Sertlik indeksi <i>Hardness</i> SKCS		Yaş gluten <i>Wet gluten</i> %(w/w)		Su absorpsiyonu <i>Water absorption</i> %(v/w)		Alveograf enerji <i>Alveograph Energy</i> *10 ⁻⁴ J	
	sulu <i>irrigation</i>	kuru <i>dry</i>	sulu <i>irrigation</i>	kuru <i>dry</i>	sulu <i>irrigation</i>	kuru <i>dry</i>	sulu <i>irrigation</i>	kuru <i>dry</i>	sulu <i>irrigation</i>	kuru <i>dry</i>
Bayındır	14.5 ^a	13.8 ^{ab}	85.9 ^a	69.8 ^a	38.9 ^a	37.0 ^{ab}	66.4 ^a	66.7 ^a	189.0 ^{bc}	222.2 ^b
Bezostaya	12.8 ^{ef}	13.0 ^{cd}	59.2 ^{de}	48.1 ^{cf}	34.4 ^{de}	34.9 ^{cd}	60.6 ^e	59.7 ^{de}	155.0 ^{df}	171.5 ^{de}
Bozkır	13.8 ^b	14.2 ^a	45.0 ^f	40.7 ^{ef}	37.1 ^b	38.1 ^a	60.9 ^{de}	60.7 ^{cd}	224.3 ^a	212.2 ^{bc}
Buhara	13.5 ^{bc}	13.4 ^{bc}	65.2 ^{cd}	59.1 ^{ac}	36.4 ^{bc}	36.0 ^{bc}	61.0 ^{ce}	58.8 ^{ef}	208.0 ^{ab}	172.7 ^{de}
Hara	13.0 ^{df}	12.6 ^{de}	65.6 ^{cd}	42.7 ^{df}	34.9 ^{ce}	33.7 ^{de}	61.7 ^{cd}	61.1 ^c	211.5 ^a	237.5 ^b
İkonya	12.0 ^g	12.2 ^e	65.6 ^{cd}	55.7 ^{ad}	32.3 ^f	32.7 ^{ef}	58.6 ^f	57.6 ^f	150.5 ^{ef}	162.2 ^e
Kilistra	13.1 ^{cf}	12.9 ^{cd}	54.5 ^{ef}	49.0 ^{cf}	35.3 ^{cd}	34.7 ^{cd}	61.8 ^{bc}	60.9 ^{cd}	212.5 ^a	227.2 ^b
Meke	12.9 ^{df}	12.4 ^{de}	53.6 ^{ef}	48.6 ^{cf}	34.6 ^{de}	32.9 ^{ef}	57.0 ^g	55.4 ^g	172.3 ^{cd}	196.5 ^{cd}
Selçuklu	13.3 ^{bd}	13.0 ^{cd}	65.7 ^{cd}	54.1 ^{be}	34.7 ^{de}	34.1 ^{de}	62.5 ^b	62.8 ^b	225.3 ^a	283.0 ^a
Şehzade	13.2 ^{ce}	14.0 ^{ab}	46.0 ^f	39.3 ^f	33.8 ^e	31.7 ^f	55.7 ^h	54.9 ^g	140.3 ^f	163.7 ^e
Taner	13.4 ^{bd}	13.8 ^{ab}	79.1 ^{ab}	64.7 ^{ab}	35.0 ^{ce}	36.2 ^{bc}	61.8 ^{bc}	61.7 ^{bc}	212.8 ^a	236.2 ^b
Tuğra	12.9 ^{df}	13.1 ^{cd}	70.9 ^{bc}	47.9 ^{cf}	34.0 ^{de}	34.1 ^{de}	59.1 ^f	57.8 ^f	152.0 ^{ef}	187.2 ^{ce}
Yavuz	12.7 ^f	13.3 ^{bc}	73.1 ^{bc}	50.4 ^{bf}	34.4 ^{de}	35.8 ^{bc}	57.7 ^g	56.2 ^g	169.8 ^{ce}	212.2 ^{bc}
Ortalama <i>mean</i>	13.2	13.2	63.8	51.6	35	34.8	60.3	59.6	186.3	206.5
CV(%)	2.5	3.3	11.1	12.3	2.9	3.3	0.9	1.5	6.9	8.6
LSD(%0.05)	0.5	0.6	10.4	14.3	1.4	1.6	0.8	1.3	19.4	50.7
Genotip <i>genotype</i>	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Yıllar <i>years</i>	**	öd	**	öd	öd	öd	*	*	**	**

** : %1 seviyesinde farklılık * : %5 seviyesinde farklılık. Öd.: Önemli değil (**; *Significance at 1% level*, * *Significance at 5% level*, ö.d; *not important*). LSD: Asgari önemli fark (*LSD: Least significant differences*) CV: Değişim katsayısı (*CV: Coefficient of variation*)

Glutopik verileri**AM**

Glutopik diyagramının maksimum pik yapmadan 15 s önceki tork değeri GPU olarak ölçülmektedir. AM değeri iki yıl ortalaması sulu lokasyonda 28.2 kuru da ise 23.8 olarak belirlenmiştir. Genotiplerden suluda Bayındır 43.8 ile en yüksek, Şehzade genotipi ise 19.5 ile en düşük değeri almıştır. Kuru lokasyonda ise Bayındır 34.0 ile ilk sırada, Şehzade genotipi 20.0 ile son sırada yer almıştır. Yapılan varyans analizinde AM değeri genotipler arasında P<0.01 düzeyinde önemli iken yıllar arasındaki farkın suluda P<0.01 önemli ve kuru lokasyonda önemsiz

olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin AM değeri bakımından lokasyon değerlerinde de farklılıklar olduğu Çizelge 2’de görülmektedir. Bu bulgulara göre AM değerinin genetik etkinin yanında çevre şartlarından da etkilendiği söylenebilir. AM değeri ile protein arasında r= 0.2901 P <0.01, SRT ile r= 0.2401 P <0.05, YGLT ile r=0.3757 P <0.01, FSAB ile r= 0.5579 P <0.01, AW arasında ise r= 0.3580 P <0.01 pozitif ve önemli korelasyon olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). Karaduman ve ark. (2019), AM ile SRT arasında r= 0.3930 P <0.05 korelasyon bulunduğunu, yine Karaduman ve ark. (2015) yılında yaptığı çalışmada AM değerinin 11.8 ile 41.0 arasında değiştiğini, tane proteini ve sertlik değeri ile P<0.01 düzeyinde pozitif

korelasyon olduğunu belirtmiştir. Güçbilmez ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada AM değerinin 14 ile 36 arasında değiştiğini ve tane sertliği ile $P < 0.01$ önemli pozitif korelasyon verdiğini belirtmiştir. Bouchra ve ark. (2017) yılındaki çalışmalarında Glutopik AM değeri ile gluten kalitesi arasında pozitif önemli korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar doğrultusunda AM değerinin yüksek olması gluten kalitesinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Sulu lokasyonda AM değerine göre sırasıyla Bayındır, Buhara, Bozkır, Selçuklu, Kilistra, Taner ilk sıralarda yer alırken; kuru lokasyonda ise Bayındır, Kilistra, Selçuklu, Taner, Hara, İkonya ilk sıralarda yer almıştır. Bozkır çeşidi suluda ilk üçte yer alırken, kuru lokasyonda 21.0 AM değeri ile alt sıralarda yer almıştır. Bozkır çeşidinin AM değeri açısından gluten kalitesinin çevreden diğer genotiplere göre fazla etkilendiği söylenebilir.

BEM

Glutopik diyagramının glutenin toparlanma sürecindeki maksimum tork değeri GPU olarak ölçülmektedir. BEM değeri iki yıl ortalaması sulu lokasyonda 68, kuruda ise 62.5 olarak belirlenmiştir. Genotiplerden sulu ve kuru lokasyonda Bayındır sırasıyla 94.0 ve 85.2 ile en yüksek, Şehzade sulu lokasyonda 56.5 ve kuru lokasyonda Meke genotipi 52.0 ile son sırada yer almıştır (Çizelge 2). Genotiplerin BEM değerinin genotipler ve lokasyonlar arasında farklılık göstermesinde genetik etkinin yanında çevrenin etkisinden de söz edilebilir. Varyans analizinde genotip ve yıllar arasındaki farklılıklar $P < 0.01$

düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). BEM değeri ile (PRT) arasında $r = 0.3054$ $P < 0.01$, SRT ile $r = 0.4089$ $P < 0.01$, YGLT ile $r = 0.3745$ $P < 0.01$, FSAB ile $r = 0.7665$ $P < 0.01$, AW arasında ise $r = 0.2785$ $P < 0.01$ pozitif ve önemli korelasyonlar tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bu korelasyon değerlerine göre BEM değerinin artması gluten kalitesinin yüksek olmasına işaret etmektedir. Marti ve ark.(2015) buğday unu ile yaptıkları çalışmada BEM değerinin 29.4 ile 43.3 arasında değişen oranlarda bulduklarını ve protein oranı ile $r = 0.71$ $P < 0.01$ pozitif ve önemli korelasyon bulunduğunu, Bouchra ve ark. (2017) yılında buğday unu ile yaptıkları çalışmada BEM değeri ile protein oranı arasında $r = 0.60$ $P < 0.01$ düzeyinde önemli korelasyon katsayısı bulduklarını, Güçbilmez ve ark. (2019) BEM değeri ile protein oranı arasında 0.4776 $P < 0.05$, sertlik değeri ile ise 0.7607 $P < 0.01$ düzeyinde önemli korelasyon değeri bulduklarını belirtmişlerdir. Karaduman ve ark. (2015) çalışmalarında 24.5 ile 51.3 arasında BEM değeri tespit ettiklerini belirtmiştir. Bu çalışmada tam buğday unu ile çalıştıklarından BEM değerini daha düşük olarak belirlemişlerdir. Sulu lokasyonda BEM değeri genotiplere göre sırasıyla Bayındır, Buhara, Taner, Bezostaya, Selçuklu, Hara ilk sıralarda yer alırken, kuru lokasyonda ise Bayındır, Selçuklu, Taner, Hara, Kilistra, Bezostaya ilk sıralarda yer almıştır. Buhara genotipi sulu lokasyonda üst sıralarda yer alırken kuru lokasyonda 60 BEM değeri ile alt sıralarda yer almıştır. Buhara çeşidinin BEM değeri açısından gluten kalitesinin çevreden diğer genotiplere göre fazla etkilendiği söylenebilir.

Çizelge 2. Deneme materyalinin glutopik özellikleri
Table 2. GlutoPeak properties of trial material

Genotip genotype	AM GPU		BEM GPU		PMT s		PM GPU		GPRT %(w/w)	
	sulu irrigation	kuru dry	sulu irrigation	kuru dry	sulu irrigation	kuru dry	sulu irrigation	kuru dry	sulu irrigation	kuru dry
Bayındır	43.8 ^a	34.0 ^a	94.0 ^a	85.2 ^a	28.8 ^g	29.7 ^f	74.5 ^a	63.7 ^a	15.8 ^a	14.5 ^a
Bezostaya	21.5 ^{bc}	21.2 ^{de}	69.8 ^{cd}	60.2 ^{de}	55.5 ^f	63.0 ^e	43.5 ^{bc}	41.0 ^{de}	12.3 ^{de}	11.7 ^{dg}
Bozkır	31.3 ^b	21.0 ^{de}	63.5 ^{ce}	60.0 ^{de}	75.8 ^{be}	81.2 ^{be}	47.3 ^{bc}	41.5 ^{de}	12.6 ^{ce}	12.0 ^{cg}
Buhara	43.3 ^a	21.7 ^{de}	79.8 ^b	60.0 ^{de}	91.8 ^{ab}	85.2 ^{be}	70.0 ^a	45.5 ^{cd}	14.7 ^b	12.2 ^{be}
Hara	25.0 ^{bc}	24.0 ^{cd}	68.0 ^{cd}	65.0 ^{bd}	67.8 ^{ef}	100.7 ^{ac}	46.5 ^{bc}	45.5 ^{cd}	12.7 ^{ce}	12.4 ^{bc}
İkonya	26.0 ^{bc}	22.5 ^{de}	65.8 ^{ce}	59.0 ^e	72.5 ^{ce}	85.7 ^{be}	47.0 ^{bc}	42.0 ^{de}	12.5 ^{ce}	11.7 ^{eg}
Kilistra	29.0 ^{bc}	29.0 ^b	64.0 ^{ce}	62.5 ^{ce}	72.0 ^{de}	92.7 ^{bd}	50.0 ^{bc}	47.7 ^{bc}	12.8 ^{cd}	12.3 ^{bd}
Meke	24.5 ^{bc}	21.5 ^{de}	61.5 ^{ce}	52.0 ^f	98.8 ^a	123.2 ^a	43.8 ^{bc}	37.0 ^e	11.9 ^{de}	11.0 ^h
Selçuklu	30.5 ^b	27.5 ^{bc}	69.3 ^{cd}	69.2 ^b	71.3 ^{df}	75.2 ^{ce}	51.3 ^b	51.7 ^e	12.8 ^{cd}	12.6 ^b
Şehzade	19.5 ^c	20.0 ^e	56.5 ^e	57.2 ^{ef}	88.5 ^{ac}	96.0 ^{ad}	39.5 ^c	38.7 ^e	11.7 ^e	11.5 ^{gh}
Taner	27.0 ^{bc}	24.7 ^{cd}	70.8 ^{bc}	66.2 ^{bc}	59.8 ^{ef}	72.0 ^{de}	52.8 ^b	48.7 ^{bc}	13.3 ^c	12.5 ^{bc}
Tuğra	22.5 ^{bc}	21.0 ^{de}	60.3 ^{de}	58.5 ^e	93.3 ^a	107.7 ^{ab}	46.3 ^{bc}	39.2 ^e	12.2 ^{de}	12.1 ^{bf}
Yavuz	23.0 ^{bc}	21.0 ^{de}	61.3 ^{ce}	57.7 ^e	84.8 ^{ad}	106.7 ^{ab}	48.0 ^{bc}	42.0 ^e	12.1 ^{de}	11.5 ^{fh}
Ortalama mean	28.2	23.8	68	62.5	73.8	86.1	50.7	45	12.8	12.2
CV(%)	7.6	11.1	9.7	6	10.5	7.2	11.4	6.8	1.2	3.4
LSD(%0.05)	10.6	3.8	9.48	5.4	16.3	5.3	10.5	5.3	5.5	0.6
Genotip genotype	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Yıl year	**	öd	**	**	**	**	**	**	**	**

Çizelge 2. Devamı
Table 2. (continued)

Genotip Genotype	GGLT %(w/w)		GW *10 ⁻⁴ J		GSAB %(v/w)		S.Enerji GPU		Ag.Enerji GPU	
	sulu irrigation	kuru dry	sulu irrigation	kuru dry	sulu irrigation	kuru dry	sulu irrigation	kuru dry	sulu irrigation	kuru dry
Bayındır	38.5 ^a	35.2 ^a	631.8a	592.7 ^a	72.3 ^a	71.5 ^a	1313.0 ^a	1258.1 ^a	2272.3 ^a	2052. ^a
Bezostaya	28.1 ^c	26.6 ^{de}	356.8dg	327.0 ^{ef}	62.1 ^c	61.0 ^{ef}	683.9 ^{ac}	717.8 ^b	1403.4 ^{ce}	1323.8 ^{ef}
Bozkır	29.4 ^{bc}	27.9 ^{cd}	379.5cf	357.7 ^{ce}	62.7 ^c	61.6 ^{df}	946.7 ^a	139.0 ^c	1664.4 ^c	1377.3 ^e
Buhara	35.7 ^{ab}	28.3 ^{bd}	427.5bc	348.2 ^{df}	63.5 ^{bc}	62.1 ^{df}	221.3 ^{bc}	201.8 ^c	1644.0 ^{cd}	1449.7 ^{de}
Hara	29.2 ^{bc}	28.3 ^{bd}	393.8bd	376.7 ^{be}	62.6 ^c	62.6 ^{ce}	814.5 ^{ab}	183.9 ^c	1581.5 ^{cd}	1472.8 ^{ce}
İkonya	28.8 ^{bc}	26.7 ^{de}	385.8ce	332.0 ^{ef}	62.2 ^c	61.6 ^{df}	183.6 ^{bc}	187.2 ^c	1511.2 ^{ce}	1409.9 ^e
Kilistra	29.5 ^{bc}	28.3 ^{bd}	405bd	434.0 ^b	64.2 ^{bc}	63.6 ^{bd}	153.6 ^c	159.2 ^c	2046.3 ^{ab}	1623.2 ^{bc}
Meke	27.6 ^c	24.3 ^c	331.3fh	215.2 ^g	62.1 ^c	58.6 ^g	272.5 ^{bc}	137.4 ^c	1368.5 ^{ce}	1199.2 ^f
Selçuklu	30.4 ^{bc}	29.9 ^b	419bc	419.5 ^{bc}	65.2 ^b	65.7 ^b	1005.4 ^a	952.2 ^{ab}	1641.9 ^{cd}	1626.3 ^b
Şehzade	25.7 ^c	25.2 ^c	277.3h	294.0 ^f	59.8 ^d	60.1 ^{fg}	121.1 ^c	645.9 ^{bc}	1276.8 ^{de}	1324.3 ^{ef}
Taner	38.8 ^a	29.7 ^{bc}	444.5b	406.7 ^{bd}	65.6 ^b	64.5 ^{bc}	196.2 ^{bc}	185.1 ^c	1704.2 ^{bc}	1576.5 ^{bd}
Tuğra	27.8 ^c	26.8 ^{de}	315.8gh	294.2 ^f	62.5 ^c	60.7 ^{eg}	160.6 ^c	147.4 ^c	1440.7 ^{ce}	1350.6 ^{ef}
Yavuz	27.7 ^c	26.5 ^{de}	338.3eg	295.0 ^f	62.7 ^c	60.4 ^{fg}	726.7 ^{ac}	141.4 ^c	1178.8 ^e	1339.2 ^{ef}
Ortalama mean	30.5	28	392.7	361	63.6	62.7	522.5	389	1594.5	1471.2
CV(%)	0.7	4.7	54.1	11.9	2.2	2.3	13.7	24.2	15.1	7.2
LSD(%0.05)	9.8	1.9	9.6	61.7	2.4	2.1	561.2	508.4	371	393.2
Genotip genotype	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Yıllar years	öd	**	**	**	*	**	öd	öd	**	**

a-j: aynı sütündeki üssel değerler aralarındaki anlamlı farklılığı göstermektedir (Values in the same column with different superscripts indicate a statistically significant difference). **: %1 seviyesinde farklılık *: %5 seviyesinde farklılık. Öd.; Önemli değil (*; Significance between varieties at 1%, ** 5%, ö.d.; not important). GPU: Glutopik Unit (GlutoPeak Unite). AM: maksimum torktan 15 s önceki tork (torque 15 s before maximum torque), BEM: Glutenin toparlanma sürecindeki maksimum tork (Maximum torque), PM: Maksimum torkdan 15 s sonraki tork (torque 15 s after maximum torque). PMT: Maksimum torka kadar geçen süre (peak maximum time). GPRT: Glutopik Protein Oranı (GlutoPeak protein content), GGLT: Glutopik yaş gluten (Glutopeak wet gluten), GW: Glutopik W enerji değeri (GlutoPeak W energy). GSAB: Glutopik su absorpsiyon (GlutoPeak water absorbtion). S.enerji: Startup enerji değeri (Startup Energy). Ag.Enerji: Agregasyon enerji değeri (Aggregation Energy). s: Saniye (second) LSD: Asgari önemli fark (LSD: Least significant differences), CV: Değişim katsayısı (CV: Coefficient of variation)

PMT

Glutopik diyagramının başlangıcından maksimum torka kadar geçen süre saniye olarak ölçülmektedir. PMT değerinin sulu lokasyonda iki yıl ortalaması 73.8 s, kuruda ise 86.1 s olarak belirlenmiştir. PMT değeri bakımından genotiplerden sulu ve kuru lokasyonda Meke genotipi sırasıyla 98.8 s ve 123.2 s ile en yüksek, Bayındır genotipi ise 28.8 s ve 29.7 s ile son sırada yer almıştır (Çizelge 2). PMT değerinin genotip ve yıllar arasındaki farklılıkları $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). PMT değeri ile PRT arasında $r = -0.3583$ $P<0.01$, SRT ile $r = -0.3084$ $P<0.01$, YGLT ile $r = -0.3566$ $P<0.01$, FSAB ile $r = -0.6385$ $P<0.01$ negatif ve önemli korelasyonlar tespit edilmiştir (Çizelge 3). İncelenen korelasyon değerlerine göre PMT değerinin artması gluten kalitesinin düşük olmasına işaret etmektedir. Rakita ve ark., (2018) yaptıkları çalışmada PMT değeri ile protein oranı arasında $r = -0.855$ $P<0.01$, YGLT ile $r = -0.841$ $P<0.01$, FSAB ile $r = -0.798$ $P<0.01$ düzeyinde önemli ve negatif korelasyon olduğunu belirtmiştir. Güçbilmez ve ark. (2019) PMT değeri ile PRT arasında $r = -0.2101$, SRT ile ise $r = -0.6659$ $P<0.01$ düzeyinde önemli negatif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Wang ve ark. (2018) ekmeklik buğdayla ilgili yaptıkları çalışmada PMT değerinin 41.3 ile 92.3 s arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Sonuçlar, bu çalışmadaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Sulu lokasyonda genotiplerin PMT değerine göre yüksek olanlar sırasıyla; Meke, Tuğra, Buhara, Şehzade, Yavuz, Bozkır kuru lokasyonda ise Meke, Tuğra, Yavuz, Hara, Şehzade, Kilistra olarak sıralanmışlardır. PMT değerine göre Meke, Tuğra, Yavuz genotiplerinin gluten kalitesinin diğer genotiplere göre daha zayıf olduklarını söyleyebiliriz.

PM

Glutopik diyagramının maksimum torktan 15 s sonraki tork değeri GPU olarak ölçülmektedir. PM değerinin iki yıl ortalaması sulu lokasyonda 50.7, kuruda ise 45.0 olarak belirlenmiştir. PM değeri

bakımından genotiplerden sulu Bayındır 74.5 ile en yüksek, Şehzade genotipi ise 39.5 ile son sırada yer almıştır. Kuru lokasyonda ise Bayındır 63.7 ile ilk sırada olurken, Meke genotipi 37.0 ile son sırada yer almıştır. Yapılan varyans analizinde PM değerinin genotipler ve yıllar arasında $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). PM değeri ile PRT arasında $r = 0.3202$ $P<0.01$, SRT ile $r = 0.3916$ $P<0.01$, YGLT ile $r = 0.4065$ $P<0.01$, FSAB ile $r = 0.6777$ $P<0.01$, AW arasında ise $r = 0.3197$ $P<0.01$ pozitif ve önemli korelasyon olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). Karaduman ve ark. (2015) PM ile protein oranı arasında $r = 0.22$ $P<0.05$ korelasyon bulunduğunu, PM değerinin 19.0 ile 41.5 arasında değiştiğini, Güçbilmez ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada PM değerinin 28 ile 56 arasında değiştiğini ve tane sertliği ile $r = 0.7909$ $P<0.01$ önemli pozitif korelasyon verdiğini belirtmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda PM değerinin yüksek olması gluten kalitesinin yüksek olduğuna işaret etmektedir. Sulu lokasyonda PM değerine göre sırasıyla; Bayındır, Buhara, Taner, Selçuklu, Kilistra ilk sıralarda yer alırken, kuru lokasyonda ise Bayındır, Selçuklu, Taner, Kilistra, Buhara ve Hara ilk sıralarda yer almıştır.

GPRT

Deneme örneklerinin Glutopik cihazının hesapladığı protein (GPRT) oranları, Dumas yöntemi ile yapılmış (PRT) oranlar ile kıyaslama yapılarak değerlendirilmiştir. Dumas yöntemi ile yapılan protein oranları iki yıl ortalaması sulu lokasyonda ve kuru lokasyonda %13.2 (w/w) olup aynı değere sahip olmuştur. Genotipler arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemli iken yıllar arasında sulu lokasyonda $P<0.01$ düzeyinde önemli, kuru lokasyonda ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Glutopik cihazı ile hesaplanmış protein oranlarının (GPRT) iki yıl ortalaması sulu lokasyonda %12.8 (w/w), kuru lokasyonda ise %12.2 (w/w) olarak belirlenmiştir. Sulu ve kuru lokasyonda genotipler ve yıllar arasındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 3. Özellikler arası korelasyon katsayıları (r) (n=104)

Table 3. Correlation coefficients between properties (r) (n=104)

	PRT	SRT	YGLT	FSAB	AW	AM	BEM	PMT	PM	GPRT	GGLT	GW	GSAB	S.enerji
SRT	0.073													
YGLT	0.747	0.198												
FSAB	0.375	0.376	0.552											
AW	0.152	-0.074	0.262	0.492										
AM	0.290	0.240	0.376	0.558	0.358									
BEM	0.305	0.409	0.375	0.767	0.279	0.759								
PMT	-0.358	-0.308	-0.357	-0.639	0.087	-0.206	-0.529							
PM	0.320	0.392	0.407	0.678	0.320	0.870	0.905	-0.371						
GPRT	0.359	0.408	0.447	0.752	0.305	0.835	0.938	-0.466	0.958					
GGLT	0.299	0.421	0.351	0.627	0.311	0.649	0.742	-0.387	0.764	0.780				
GW	0.343	0.402	0.435	0.856	0.392	0.688	0.874	-0.608	0.835	0.876	0.710			
GSAB	0.373	0.483	0.432	0.828	0.368	0.655	0.816	-0.591	0.783	0.816	0.677	0.919		
S.enerji	0.262	0.242	0.220	0.444	0.164	0.331	0.384	-0.532	0.270	0.321	0.214	0.379	0.451	
Ag.enerji	0.283	0.252	0.343	0.683	0.405	0.669	0.703	-0.386	0.734	0.750	0.611	0.797	0.775	0.251

0.1979<r>0.2512; P<0.05 düzeyinde önemli, 0.2513<r>1.00 P<0.01 düzeyinde önemli (0.1979<r>0.2512 significant at P<0.05 level, 0.2513<r>1.00 significant at P<0.01 level).

GPRT ile PRT arasında $r = 0.3592$ $P < 0.01$, SRT ile $r = 0.4083$ $P < 0.01$, YGLT ile $r = 0.4470$ $P < 0.01$, FSAB ile $r = 0.7524$ $P < 0.01$, AW arasında ise $r = 0.3051$ $P < 0.01$ pozitif ve önemli korelasyon olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). GPRT ile PRT arasındaki regresyon ilişkisi ise Şekil 1a'da görüldüğü gibidir. Regresyon eşitliği $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Regresyonun daha doğrusal olması beklenirken dağılım fazla olmuştur.

Protein oranı (PRT) bakımından sulu lokasyonda %14.5 (w/w) ile Bayındır ilk sırada, %12.0 (w/w) ile İkonya son sırada yer almıştır. Kuru lokasyonda ise %14.2 (w/w) ile Bozkır ilk sırada, %12.2 (w/w) ile İkonya son sırada yer almıştır, diğer genotiplerin değerleri ise bu değerler arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 1). GPRT'ye göre ise sulu ve kuru lokasyonda Bayındır sırasıyla %15.8 (w/w) ve %14.5 (w/w) ile ilk sırada yer alırken, suluda Şehzade %11.7 (w/w) ve kuruda Meke %11.0 (w/w) ile son sırada yer almışlardır (Çizelge 2). GPRT ile ölçülen protein değerleri ile Dumas yöntemi (PRT) ile ölçülen değerler arasında bir paralellik söz konusudur. Bayındır genotipinin protein oranı her iki yöntemle de yüksek değere sahip iken Yavuz genotipinin her iki yöntemle de düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. İslah çalışmalarında protein oranının değerlendirilmesinde Glutopik cihazından elde edilen protein oranlarının kullanılabilirliği düşüncesi oluşmuştur. Güçbilmez ve ark. (2019), Hızlı Un Kontrol Metodu ile yapmış

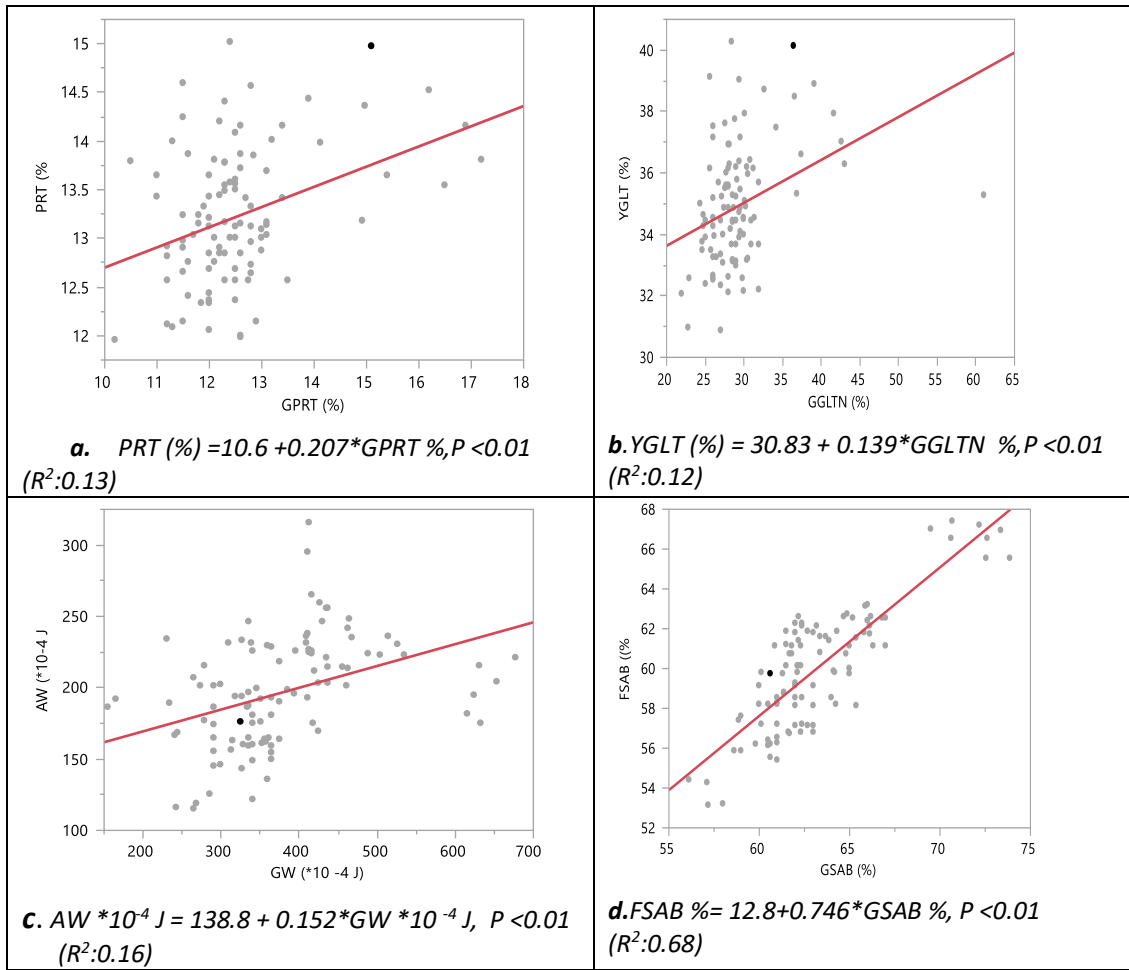
oldukları Glutopik çalışmasında PRT ile GPRT arasında $r = 0.4439$ $P < 0.05$ düzeyinde önemli ilişki olduğunu, denemenin PRT ortalamasını %12.5 (w/w), GPRT ortalamasını ise %11.6 (w/w) olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Şahin ve ark. (2013) yapılan bir çalışmada en düşük protein oranını %10.4 (w/w), en yüksekini %16.9 (w/w), ortalama değeri ise %14.0 (w/w) olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Elde edilen veriler bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

GGLT

Deneme örneklerinin YGLT analizleri Gluten yıkama cihazı ile yapılmış ve glutopik cihazının hesapladığı yaş gluten (GGLT) oranları ile kıyaslama yapılarak değerlendirilmiştir. Klasik yöntemle yapılan YGLT oranları iki yıl ortalaması sulu lokasyonda %35.0 (w/w), kuru lokasyonda ise %34.8 (w/w) olarak belirlenmiştir. Genotipler arasındaki farklılıklar $P < 0.01$ düzeyinde önemli iken yıllar ve lokasyonlar arasında ise önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Glutopik cihazı ile GGLT oranları iki yıl ortalaması sulu lokasyonda %30.5 (w/w), kuru lokasyonda ise %28.0 (w/w) olarak belirlenmiştir. Sulu ve kuru lokasyonda genotipler arasındaki farklılıklar $P < 0.01$ düzeyinde önemli, yıllar arasındaki farklılıklar ise sulu lokasyonda önemsiz, kuru lokasyonda ise $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). GGLT ile PRT arasında $r = 0.2987$ $P < 0.01$, SRT ile $r = 0.4211$ $P < 0.01$, YGLT ile $r = 0.3506$ $P < 0.01$, FSAB ile $r = 0.6272$ $P < 0.01$, AW arasında ise $r = 0.3108$

P<0.01 pozitif ve önemli korelasyon olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). GGLT ile YGLT arasındaki regresyon ilişkisi ise Şekil 1a'da görüldüğü gibidir.

Regresyon eşitliği P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Regresyonun daha doğrusal olması beklenirken dağılım fazla olmuştur.



Şekil 1. a.Tane proteini %(w/w) (PRT) ve Glutopik protein %(w/w) (GPRT), b. Yaş Gluten %(w/w) (YGLT) ve Glutopik Gluten %(w/w) (GGLT), c. Alveograf enerji(*10⁻⁴J) (AW) ve Glutopik W enerji(*10⁻⁴J) (GW) d. Farinograf su absorpsiyonu (FSAB) %(w/w) ve Glutopik su absorpsiyonu (GSAB) %(w/w) regresyon grafiği ve regresyon eşitliği

Figure 1. a. Regression graph and regression equation of a. grain protein (PRT) %(w/w) and GlutoPeak protein (GPRT) %(w/w), b. Wet Gluten (YGLT) %(w/w) and GlutoPeak Gluten (GGLT) c. Alveograph energy (AW) and GlutoPeak W energy (GW) d. Farinograph water absorption (FSAB) %(v/w) and GlutoPeak water absorption (GSAB) %(v/w)

Genotiplerin YGLT oranı bakımından sulu lokasyonda %38.9 ile Bayındır ilk sırada, %32.3 ile İkonya son sırada yer almıştır. Kuru lokasyonda ise %38.1 ile Bozkır ilk sırada, %31.7 ile Şehzade son sırada yer almıştır. Diğer genotipler bu değerler arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 1). GGLT oranına göre ise sulu ve kuru lokasyonda sırasıyla %38.8 (w/w) ile Taner ve %35.2 (w/w) ile Bayındır ilk sırada, %25.7 (w/w) ile Şehzade ve %24.3 (w/w) ile Meke son sırada yer almışlardır (Çizelge 2). Glutopik ile ölçülen GGLT değerleri ile YGLT değerleri arasında bir paralellik söz konusudur. İslah çalışmalarında protein oranının değerlendirilmesinde Glutopik cihazından elde edilen protein oranlarının kullanılacağı

düşüncesi oluşmuştur. Güçbilmez ve ark. (2019), Hızlı Un Kontrol Metodu ile yapmış oldukları glutopik çalışmasında GGLT ile YGLT arasında $r = 0.6273$ $P < 0.01$ düzeyinde önemli ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen bu veriler diğer araştırmalarla benzerlik göstermektedir.

GW

Denemede örneklerin Alveograf analizleri Alveo PC cihazı ile yapılmış (AW) ve Glutopik cihazının hesapladığı W enerji (GW) oranları ile kıyaslama yapılarak değerlendirilmiştir. Klasik yöntemle yapılan AW değerleri iki yıl ortalaması sulu lokasyonda $186.3 (*10^{-4} J)$, kuru lokasyonda

ise $206.5 (*10^{-4} J)$ olarak belirlenmiştir. Genotipler arasında ve yıllar arasındaki farklılıkların $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Glutopik cihazı ile hesaplanmış GW değerleri ise iki yıl ortalaması olarak sulu lokasyonda $392.7 (*10^{-4} J)$, kuru lokasyonda ise $361.0 (*10^{-4} J)$ olarak hesaplanmıştır. Genotipler arasında ve yıllar arasındaki farklılıkların $P<0.01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). GW ile PRT arasında $r= 0.3434 P<0.01$, SRT ile $r= 0.4016 P<0.01$, YGLT ile $r=0.4348 P<0.01$, FSAB ile $r= 0.8560 P<0.01$, AW arasında ise $r= 0.3919 P<0.01$ pozitif ve önemli korelasyon olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). GW ile AW arasındaki regresyon ilişkisi ise Şekil 1c'de görüldüğü gibidir. Regresyon eşitliği $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Regresyon daha doğrusal bir ilişki göstermesine rağmen, bazı genotipler daha geniş bantta dağılım göstermiştir. Genotiplerin AW değeri bakımından sulu lokasyonda $225.3 (*10^{-4} J)$ ile Selçuklu ilk sırada, $140.3 (*10^{-4} J)$ ile Şehzade son sırada yer almıştır. Kuru lokasyonda ise $283.0 (*10^{-4} J)$ ile ilk sırada Selçuklu, $162.2 (*10^{-4} J)$ ile İkonuya son sırada yer almıştır. Diğer genotipler bu değerler arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 1). GW değerine göre ise sulu ve kuru lokasyonda sırasıyla $631.7 (*10^{-4} J)$ ve $592.7 (*10^{-4} J)$ ile Bayındır ilk sırada yer almıştır. Sulu lokasyonda $277.3 (*10^{-4} J)$ ile Şehzade, kuru lokasyonda $215.23 (*10^{-4} J)$ ile Meke son sırada yer almışlardır (Çizelge 2). Sulu lokasyonda Selçuklu, Bozkır, Taner, Kilistra Hara, Buhara istatistiki olarak AW değerlerine göre aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 1). Güçbilmez ve ark. (2019), GW ile AW arasında $r= 0.7484 P<0.01$ düzeyinde önemli ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir.

GSAB

Deneme örnekleri farinograf su absorpsiyonu (FSAB) ve glutopik cihazının hesapladığı su absorpsiyonu (GSAB) oranları kıyaslama yapılarak değerlendirilmiştir. Klasik yöntemle yapılan FSAB değerleri iki yıl ortalaması sulu lokasyonda $\%(v/w)60.3$, kuru lokasyonda ise $\%(v/w)59.6$ olarak belirlenmiştir. Genotipler arasındaki

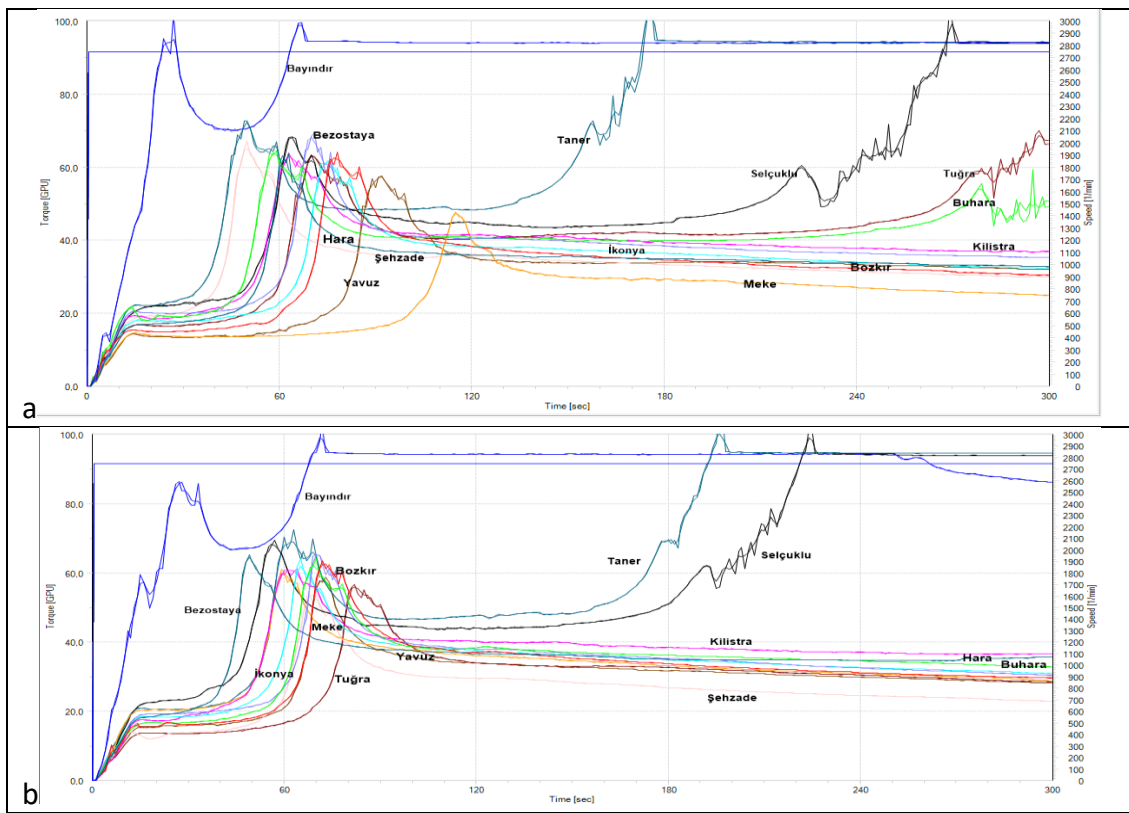
farklılıkların $P<0.01$ düzeyinde önemli, yıllar arasındaki farklılıkların ise $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Glutopik cihazı ile hesaplanmış GSAB değerleri ise iki yıl ortalaması olarak sulu lokasyonda $\%(v/w)63.6$, kuru lokasyonda ise $\%(v/w)62.7$ olarak hesaplanmıştır. Genotipler arasında farklılıkların $P<0.01$ düzeyinde önemli, yıllar arasındaki farklılıkların ise sulu lokasyonda $P<0.05$, kuru lokasyonda $P<0.01$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). GSAB ile PRT arasında $r= 0.3726 P<0.01$, SRT ile $r= 0.4828 P<0.01$, YGLT ile $r= 0.4322 P<0.01$, FSAB ile $r= 0.8280 P<0.01$, AW arasında ise $r= 0.3684 P<0.01$ pozitif ve önemli korelasyon olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). GSAB ile FSAB arasındaki regresyon ilişkisi ise Şekil 1d'de görüldüğü gibidir. Regresyon eşitliği $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Regresyon daha doğrusal bir ilişki göstermiştir. GSAB çalışması, FSAB hakkında yakın bilgi vermektedir. Genotiplerin FSAB değeri bakımından sulu ve kuru lokasyonda sırasıyla $\%(v/w)66.4$ ve $\%(v/w)66.7$ ile Bayındır ilk sırada, $\%(v/w)55.7$ ve $\%(v/w)54.9$ ile Şehzade son sırada yer almıştır. Diğer genotiplerin değerleri bu değerler arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 1). GSAB değerine göre ise sulu ve kuru lokasyonda sırasıyla $\%(v/w)72.3$ ve $\%(v/w)71.5$ ile Bayındır ilk sırada yer almıştır. Sulu lokasyonda $\%(v/w)59.8$ ile Şehzade, kuru lokasyonda $\%(v/w)58.6$ ile Meke son sırada yer almışlardır (Çizelge 2). Güçbilmez ve ark. (2019), GSAB ile FSAB arasında $r= 0.9158; P <0.01$ düzeyinde önemli ilişki bulunduğunu belirtmişlerdir. Şahin ve ark. (2013) yapılan bir çalışmada FSAB değerinin $\%(v/w)52.6$ ve 70.8 arasında değiştiğini, ortalama değeri $\%(v/w)63.1$ olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmadaki bulgularla paralellik göstermektedir.

Start up enerji (S. enerji) ve agregasyon enerji (Ag. enerji)

Glutopik diyagramında start up enerji ve agregasyon enerji değeri hesaplanmaktadır. Start up enerji değeri ile genotipler arasındaki farklılıklar $P<0.01$ seviyesinde önemli bulunmasına rağmen hem kuru hem de sulu

lokasyonda yıllar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Start up enerji değeri ile PRT arasında $r= 0.2619$ $P<0.01$, SRT ile $r= 0.2416$ $P<0.05$, YGLT ile $r= 0.2198$ $P<0.05$, FSAB ile $r= 0.4441$ $P<0.01$, pozitif ve önemli korelasyon olduğu, AW arasında ise $r= 0.1636$ önemsiz korelasyon olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). S. enerji ile PRT ve FSAB arasındaki korelasyonun yüksek ve istatistiki olarak önemli olduğu görülürken SRT, YGLT, AW arasında nispeten daha düşük olduğu belirlenmiştir. Agregasyon enerji değeri sulu lokasyon ortalaması 1594.5, kuru lokasyon ortalaması ise 1471.2 olarak

belirlenmiştir. Genotipler ve yıllar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak $P<0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Ag.enerji değeri ile PRT arasında $r= 0.2828$ $P<0.01$, SRT ile $r= 0.2520$ $P<0.01$, YGLT ile $r= 0.3429$ $P<0.01$, FSAB ile $r= 0.6825$ $P<0.01$, AW arasında ise $r= 0.4049$ $P<0.01$ seviyesinde pozitif ve önemli korelasyon olduğu bulunmuştur. Ag. enerji değeri ile buğday unu reolojik özellikleri arasındaki ilişki, S. enerji değerine göre daha yüksek bulunmuştur. Gluten kalitesinin belirlenmesinde Ag. enerji değerinin kullanılmasının daha uygun olacağı düşüncesi oluşmuştur.



Şekil 2. 2017-2018 yılı a) kuru, b) sulu lokasyon genotiplerin Glutopik diyagramları

Figure 2. GlutoPeak diagrams of a) rainfed, b) irrigated location genotypes grown in 2017-2018 season

Glutopik diyagramları

İki yıl iki lokasyonda yetiştirilen genotiplerin glutopik diyagramları Şekil 2 ve 3'de görülmektedir. Diyagramlar incelendiği zaman her genotipin kendine has bir diyagram şekline sahip olduğu görülmektedir. Bayındır genotipinin diğer genotiplerden farklı olarak gluteninin kısa sürede toparlanarak maksimum tork değerine ulaştığı yumuşama sürecinden sonra tekrar yukarı doğru pik vererek diyagramın üst kısmından devam ettiği, en düşük PMT değerine sahip olurken çevre

şartlarından çok fazla etkilenmediğini söyleyebiliriz. 2017-2018 kuru diyagramında Taner, Selçuklu, Tuğra, Buhara genotipleri kuru lokasyonda maksimum torktan sonra yumuşamaya başlayan glutenin tekrar toparlanarak piklerin diyagramın üst kısmından ilerlediği, Taner ve Selçuklu genotiplerinin sulu lokasyonda da benzer diyagram verdiği görülmektedir. 2018-2019 yılında kuru lokasyonda Bayındır ile birlikte Selçuklu genotipi yumuşamadan sonra tekrar toparlanmış olup,

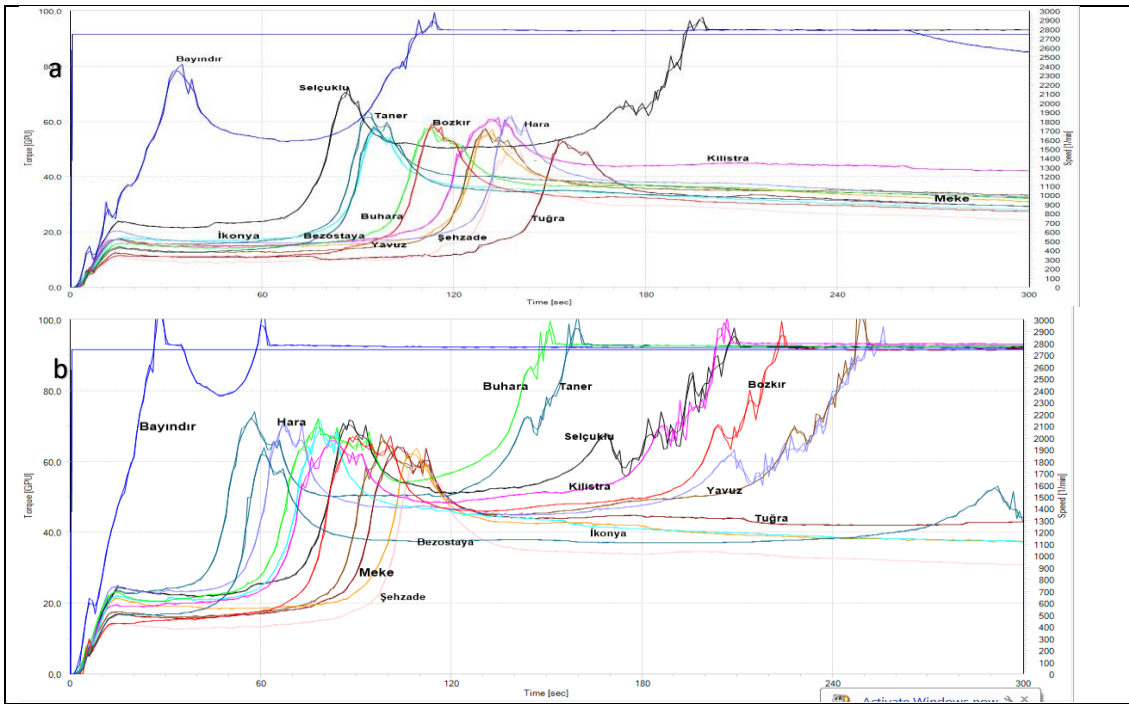
sulu lokasyon diyagramında ise Buhara, Taner, Selçuklu, Kilistra, Bozkır, Yavuz genotiplerinin yumuşama sürecinden sonra tekrar toparlanma sürecine girdiği görülmüştür (Şekil 3).

Diğer genotiplerin ise maksimum torktan sonra yumuşamaya başladığı ve tekrar toparlanma olmadığı görülmektedir. Bu da glutopik diyagramına genotiplerin genetiksel özelliğinin yanında çevrenin de (o yılın yağış, sıcaklık v.b) durumları glutopik diyagramlarını etkilediklerini söyleyebiliriz. 2017-2018 yetiştirme yılı kuru lokasyonda Yavuz ve Tuğra genotiplerinin, sulu lokasyonda ise Tuğra ve Şehzade'nin en yüksek PMT değerine sahip olduğu belirlenmiştir. 2018-2019 yılı sulu lokasyonda Şehzade ve Meke genotipleri, kuru lokasyonda ise Şehzade ve Tuğra genotiplerinin en yüksek PMT değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre gluten toplanma süresinin diğer genotiplere göre daha uzun sürede oldukları için gluten kalitelerinin diğer genotiplere göre daha düşük oldukları söylenebilir. Glutopik diyagramı üst kısma yakın ise tork değerleri yüksek ve gluten kalitesi iyi, alt kısma yakın ve yatay oluşanlar ise tork değerleri düşük ve

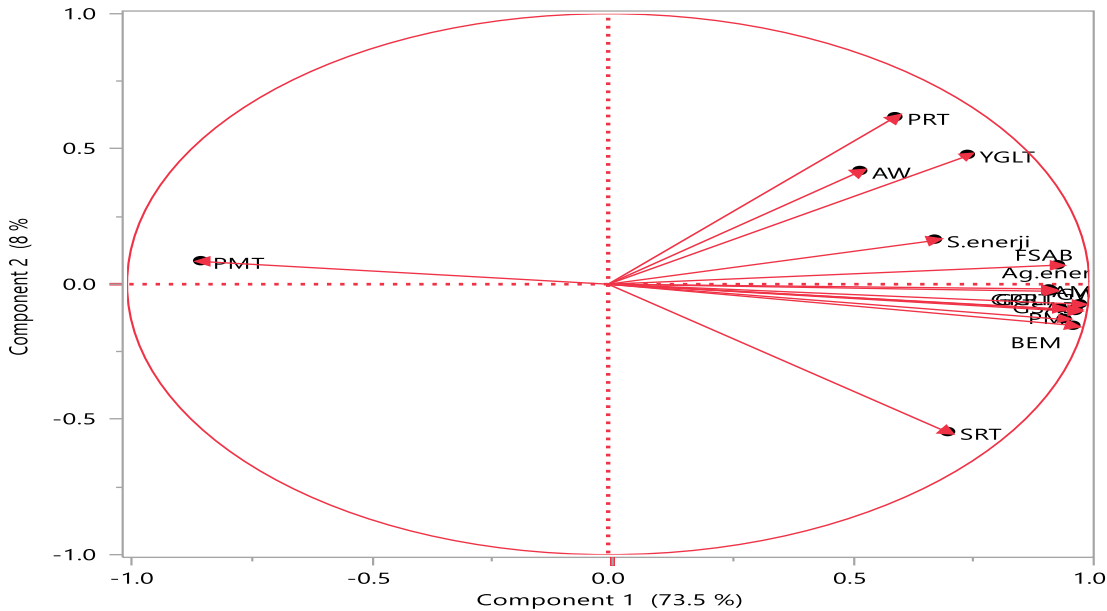
yumuşak olarak değerlendirilmekte gluten kalitesinin zayıflığına işaret etmektedir.

Özelliklerin PCA analizi

Glutopik verileri ve unun reolojik özellikleri PCA analizi yapıldığı zaman PRT, YGLT, AW vektörleri aynı yönde ve birbirine yakın şekilde oluşmuştur. Bu özellikler arasındaki ilişkinin yüksek olduğunu göstermektedir. SRT vektörü sağ alt bölgede yer almış ama diğer özellik vektörleri ile aynı yönde ve PMT hariç diğer özelliklerle aralarındaki açı dar açıdır. Bu durumda diğer özelliklerle doğrusal ve pozitif ilişki göstermektedir. Glutopik özellikleri AM, PM, BEM, PMT, GPRT, GGLT, GW, GSAB, S.enerji, Ag. enerji aynı yönde ve birbirlerine yakın vektörler olduğundan aralarındaki ilişkinin yüksek olduğu görülmektedir. PMT ile diğer özellikler arasında negatif ilişki olduğu PCA analiz şekline görülmektedir (Şekil 4). Şahin ve ark., (2011) çeşitlerin stabiliteğini inceledikleri çalışmada protein oranı ve yaş gluten vektörlerinin aynı yönde ve birbirine yakın yer aldıklarını belirtmişlerdir.



Şekil 3. 2018-2019 yılı a)kuru, b) sulu lokasyon genotiplerinin Glutopik diyagramları
Figure 3. GlutoPeak diagrams of a) rainfed, b) irrigated location genotypes grown in 2018-2019 season.



Şekil 4. Buğday unu reolojik özellikler ve Glutopik diyagramı verileri komponent analizi

Figure 4. Component analysis of wheat flour rheological properties and GlutoPeak diagram data

Çizelge 4. Glutopik cihazında yapılan analizlerle klasik yöntemle yapılan analizlerin eşli t testi yöntemi ile önemlilik kontrolü
Table 4. Paired t test Significance control of the analyzes made with the classical method with the analysis made on the glutopic device with the method of matched pairs

Özellik Trait	Ortalama Mean	Ortalama fark Mean difference	t değeri t-value	Olasılık Probablity	Önemlilik değeri Significant degree
GPRT-PRT	12.53-13.22	-0.6903	-6.091	Prob > t	<0.001
GGLTN-YGLT	29,28-34,91	-5.6434	-12.54	Prob > t	<0.001
GSAB-FSAB	63.15-59.97	3.175	16.92	Prob > t	<0.001
GW-AW	376.8-196.4	180.4	20.55	Prob > t	<0.001

Glutopik cihazından elde edilen veriler GPRT, GGLTN, GSAB, GW verileri klasik metotlarla elde edilen PRT, YGLT, FSAB, AW özellikleri eş yapma yöntemi ile aralarındaki fark önemlilik kontrolü yapılmıştır. İki yıl kuru ve sulu lokasyonlarda yetiştirilen 13 buğday çeşidinde yapılan özellikler arasındaki farklar önemli bulunmuştur (Çizelge.4). Glutopik cihazının vermiş olduğu GPRT, GGLTN, GSAB ile klasik usulde yapılan analizler arasında istatistik olarak önemli fark olsa bile birbirine yakın sonuç vermektedir. Ancak GW ile AW arasında yüksek fark belirlenmiştir. Buna rağmen glutopik diyagramı görsel olarak incelendiği zaman iyi gluten kalitesine sahip çeşitler ayırt edilebilmektedir.

Sonuç

Ekmeklik buğdaylarda gluten kalitesini değerlendirmek için geliştirilmiş olan Glutopik cihazı ile Hızlı Un Kontrol metoduna göre yapılan

analiz sonucu elde edilen verilere göre AM, BEM PM ve Ag. enerji değerlerinin yüksekliği gluten kalitesinin yüksek olmasına işaret ederken PMT değerinin yüksekliği ise glutenin geç toparlanmasına ve kalitesinin düşük olmasına işaret etmektedir. Hızlı Un Kontrol metoduna göre GSAB değeri ile FSAB arasında yüksek bir korelasyon ($r=0.8280$, $P<0.01$) olduğu ve doğrusal bir regresyon gösterdiği belirlenmiştir.

GPRT ile PRT arasında $r=0.3592$, $P<0.01$ düzeyinde, GGLT ile YGLT arasında $r=0.3506$, $P<0.01$ düzeyinde, GW ile AW arasında ($r=0.3919$, $P<0.01$) ilişki olduğu belirlenmiştir. Ancak, bazı genotiplerin AW değeri düşük olmasına rağmen GW değerinin yüksek hesaplanması söz konusu olmaktadır. Bu çalışmada, İkonja genotipinin AW değeri sulu lokasyonda $150.5 \cdot 10^{-4}$ J, GW değeri $385.8 \cdot 10^{-4}$ J, kuru lokasyonda $162.2 \cdot 10^{-4}$ J, GW değeri $332.0 \cdot 10^{-4}$ J olarak belirlenmiştir. Buğday protein oranı, yaş gluten oranı, su absorpsiyonu açısından ıslah çalışmalarında az örnekle kısa

sürede sonuç vermesinden dolayı faydalı olacağı düşüncesi oluşmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- Anonymous (2000a). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists(AOAC), 17th ed. Method 992.23. Gaithersburg, MD.
- Anonymous (2000b). Approved Methods of American Association of Cereal Chemists (AACC), 10th ed. Methods. Minnesota, USA.
- Banu, I., & Aprodu, I. (2015). Association of physicochemical with technological properties of wheat. *International Journal of Food Science & Technology*. 50: 1644-1650.
- Bouchra, S., Begemann, J., Arab, L. & Hüsken, A. (2017). Prediction of Bread wheat baking quality using an optimized Glutopeak-Test Method. *Journal of Cereals Science* 76: 8-16.
- Chandi, G. K. & Seetharaman K. (2012). Optimization of gluten peak tester: A statistical approach. *Journal of Food Quality*. 35: 69-75.
- Giovenzana, V., Beghi, R., Malegori, C., Civelli, R. & Guidetti, R. (2013). Wavelength selection with a view to a simplified handheld optical system to estimate grape ripeness. *American Journal of Enology and Viticulture*. 65: 117-123
- Gupta, R. R., Batey, I. L. & MacRitchie, F. (1992). Relationships between protein composition and functional properties of wheat flours. *Cereal Chemistry*. 69: 125-131.
- Güçbilmez, Ç. M., Şahin, M., Akçacık, A. G., Aydoğan, S., Demir, B., Hamzaoğlu, S., Gür, S. & Yakışır, E. (2019). Evaluation of GlutoPeak test for prediction of bread wheat flour quality, rheological properties and baking performance. *Journal of Cereal Science*. 90: 1-9.
- Karaduman, Y., Akın, A., Türkölmez, S. & Tunca, Z. Ş. (2015). Ekmeklik buğday ıslah programlarında gluten kalitesinin değerlendirilmesi için glutopik

parametrelerinin kullanılabilirliğinin araştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 24 (1): 65-74.

- Karaduman, Y., Önder, O., Sayaslan, A. & Aydın, N. (2019). Utilisation of Glutopeak Taster on Whole-wheat flour for gluten quality assesment. *Quality Assurance and Safety of crops & Foods*. 11(3): 295-304.
- Malegori, C., Grassi, S., Ohm, J., Anderson, J. & Marti, A. (2018). GlutoPeak profile analysis for wheat classification: skipping the refinement process. *Journal of Cereal Science* 79: 73-79.
- Marti, A., Ulrici, A., Foca, G., Quaglia, L. & Pagani, M. A. (2015). Characterization of common wheat flours (*Triticum aestivum* L.) through multivariate analysis of conventional rheological parameters and gluten peak test indices. *LWT - Food Science and Technology*. 64: 95-103.
- Pastor, K., A, Canski, M., Vujic, D., Bekavac, G., Milovac, S. & Kravic, S. (2016). Rapid method for small grain and corn flour authentication using gc/eiems and multivariate analysis. *Food Analytical Methods*. 9: 443-450.
- Rakita, S., Dokić, L., Hadnad-ev, T. D., Hadnad-ev M. & Torbica, A. (2018). Predicting rheological behavior and baking quality of wheat flour using a GlutoPeak test. *Journal of Texture Studies*. 49(3):339-347. doi: 10.1111/jtxs.12308.
- Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Demir, B., Önmez, H. & Taner, S. (2013). Ekmeklik Buğday ununda ekmek hacmi ile bazı fizikokimyasal ve reolojik özellikler arasındaki ilişkilerin tespiti. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 22 (1): 13-19.
- Şahin, M., Göçmen Akçacık, A. & Aydoğan, S. (2011). Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ile kalite özellikleri arasındaki ilişkiler ve stabilite yetenekleri. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 21(2): 39-48.
- Wang, J., Hou, G. G., Liu, T., Wang, N. & Bock, J. (2018) GlutoPeak method improvement for gluten aggregation measurement of whole wheat flour. *Food Science and Technology*. 90: 8-14.
- Wiertz, J. (2018). GlutoPeak methods- RFC. In: Wiertz, J. (Ed.), Brabender® GmbH & Co. KG-Sales Seminar 2018 GlutoPeak Methods- a Quick Overview, pp. 7-13 Germany



Yeni bir izotonik içecek olarak; nar, kızılcık ve karadut suları ile zenginleştirilmiş elma suyu üretim olanakları

As a new kind of isotonic drinks; the possibilities of the production of apple juice enriched by pomegranate, cranberry and black mulberry juice

Öznur TOĞRUL¹ , İbrahim HAYOĞLU^{1*} 

¹Harran üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

To cite this article:

Toğrul, Ö. & Hayoğlu, İ. (2020). Yeni bir izotonik içecek olarak; nar, kızılcık ve karadut suları ile zenginleştirilmiş elma suyu üretim olanakları. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 165-173.
DOI: 10.29050/harranziraat.622179

Address for Correspondence:
İbrahim HAYOĞLU
e-mail:
hayoglu@gmail.com

Received Date:
19.09.2019
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 çalışmada ülkemizde yaygın olarak kullanılan nar, kızılcık ve karadut gibi yüksek oranda fenolik ve antioksidan madde içeren meyvelerin suları elma suyuna katılarak besin değeri artırılmış yeni bir izotonik içecek elde edilmiş ve elde edilen ürünün bazı özellikleri incelenmiştir. Farklı formülasyonlarda hazırlanmış içecekler 500 mL lik cam şişelerde ve oda sıcaklığında 180 gün süreyle depolanmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda; depolama boyunca; asitlik düzeylerinde bir artma meydana gelirken, pH, renk, toplam fenolik madde (TFM) ve antioksidan değerlerinde bir azalma görülmüştür. Toplam kuru madde miktarı, suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) ve kül değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Kül değerleri ortalama 0.385-0.422 (%) aralığında bulunmuştur. TFM değeri en yüksek nar-elma içeceğinde 50.49-101.10 mg gallic asit/g aralığında belirlenmiştir. Yapılan analizler ve duyu değerlendirmeler sonucunda içeceklerin oda sıcaklığında kolaylıkla depolanabileceği ve böyle bir ürünün tüketiciler tarafından talep göreceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İzotonik, Elma, Nar, Kızılcık, Karadut

ABSTRACT

In this study, a new isotonic drink had been prepared whose nutrition level increased by adding frequently local-consumed fruits of each pomegranate, cranberry and black mulberry juices which contains phenolic and antioxidant into apple juices. The drinks prepared at stated ratios had been stored at 500 mL glass bottles at room temperature in time of 180-days. In the result of evaluations by statistics, it is understood that there is an increase in acidity level and a decrease in pH, colour, TFM and antioxidant levels during storage. Also, it is found that adding other fruit juices into apple juice resulted the product to be less liked in sensation. The changes occurring in the total amount of dry matter, TSS and ash values are found statistically in significant. Ash values are found in the average range 0.385-0.422(%). The value of total phenolic compound (TFM) is determined in the range of 50.49-101.10 mg gallic acid/g in the highest pomegranate-apple beverage. It is determined that drinks can be stored easily at room temperature for a certain period and such a product will be demanded by consumers.

Key Words: Isotonic, Apple, Pomegranate, Cranberry, Black mulberry

Giriş

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar sayesinde bilinçli tüketicilerin meyve sebze tüketiminde onların tat, aroma, lezzet veya

kokularının yanında içerdikleri vitamin ve mineral değerlerini de dikkate aldıklarını göstermektedir (Yıldırım ve ark., 2016; Özgen ve Tokbaş 2007). Sebze ve meyve tüketimi kanser ve kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere

birçok hastalığa karşı koruma sağlamaktadır. Bunu sebze ve meyvelerde bulunan antioksidan özelliğe sahip fenolik bileşikler, E vitamini, karotenoidler ve askorbik asidin sağladığı düşünülmektedir (Oliveira et al., 2007).

Sporcu içecekleri; karbonhidrat, sıvı ve elektrolitlerin hızlı bir şekilde yerine konmasını sağlamak amacıyla formüle edilmiş karbonhidrat-elektrolit içeren ürünlerdir. Değişik oranlarda sıvı, elektrolit ve karbonhidrat içeriklerine göre hipotonik, izotonik ve hipertonic olmak üzere üç çeşit sporcu içeceğinden bahsedilebilir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Elektrolit ve karbonhidrat içeriklerine göre sporcu içecekleri (Mackenzie, 2000)

Table 1. Sports drinks according by contents of electrolyte and carbohydrate

Tip Type	İçerik Content
İzotonik	Sıvı, elektrolitler ve %6-8 oranında karbonhidrat
Hipotonik	Elektrolitler, sıvı ve düşük oranda karbonhidrat
Hipertonik	Yüksek derecede karbonhidrat

İzotonik içecekler; çabuk terleme ile kaybedilen sıvıların yerine geçer ve karbonhidrat desteği sağlar. İzotonik içecekler orta ve uzun mesafe koşucuları veya takım sporcuları gibi birçok sporcunun tercihidir. Hem uzun süren egzersiz hem de terleme sonucunda vücudun karbonhidrat depolarının tükenmesi ve dehidratasyon ortaya çıkan iki önemli faktördür. Özellikle hava sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında, ister amatör olarak spor yapanlar olsun isterse profesyonel sporcular olsun bol miktarda terleme olasılığı ile karşı karşıyadırlar. Antreman öncesinde, sırasında ve sonrasında karbonhidrat tüketmek kandaki glikoz miktarının aşırı düşmesini engeller ve vücudun glikojen stoklarını korumasına yardımcı olur. Sporcuların çoğu spor öncesi veya sırasında yiyecek tüketemeyecekleri için karbonhidratlar açısından zengin formüllü içeceklerin tüketilmesi yararlı olur (Rehrer, 1994).

İzotonik içecek %4-8 karbonhidrat çözeltisi içeren içeceklerdir. İzotonik içecekler, yüksek oranlarda sıvı alımını teşvik ederler ve vücut için gerekli olan minerallerin daha hızlı ve etkili yoldan alımını sağlarlar. Kan dolaşımının, kardiyovasküler sistemin ve vücut ısısının dengelenmesini mineral açığını giderecek şekilde takviye sağladıkları için,

performansın artmasına yardımcı olurlar. Genellikle sporcular tarafından tercih edilen bu içecekleri her yaş grubu tüketilebilir. Ülkemizde izotonik içecekler toplum tarafından genellikle sporcuların içtiği bir içecek olarak bilinmektedir. Bu çalışmada yöresel olarak yaygın kullanılan nar, kızılcık ve karadut gibi yüksek oranda fenolik ve antioksidan madde içeren meyveler, elma sularına katılarak elde edilen meyve sularının besin değerlerinin artırılarak yeni bir izotonik içecek yapılması amaçlanmıştır. Fonksiyonel özellik kazandırılmış izotonik içeceklerin meyve suyu sanayisine katkıda bulunulacağı ve sadece sporcuların değil herkesin tüketebileceği bir içecek olarak tercih edilebileceği düşünülmektedir.

Elma (*Malus domestica*), gülgiller familyasından kültürü yapılan ağaçların yenen meyvesidir. Elma; A, B1, B2, C ve E vitaminleri; fosfor, kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum gibi birçok mineral maddeleri; organik asitleri; doğal aroma maddeleri ile fenolik bileşenler, askorbik asit, pigmentler ve antioksidan maddeler gibi fitokimyasalları içermektedir (Karaman ve ark. 2010). Türkiye’de meyve suyuna işlenen meyveler içerisinde %65-70’lik bir oranla elma ilk sırayı almaktadır. Meyve Suyu Endüstrisi Derneği (MEYED) raporunda meyve sularına işlenen meyvelerin miktarı 2010 yılında 825 bin tondur ve elma bu işlenen meyveler arasında 376 bin ton ile ilk sırada yer almaktadır (Anonymous, 2012).

Nar (*Punica granatum* L.) Punicaceae familyasında yer alan, tropik ve subtropik iklim özelliğine sahip bölgelerde yaygın olarak yetiştirilen bir meyve türüdür (Fadavi et al., 2005). Nar suyu %85,4 oranında su ve önemli miktarlarda suda çözünebilir kuru madde, şeker, antosiyaninler, fenolikler, askorbik asit ve protein içermektedir (Özden ve ark. 2017; Kulkarni et al., 2005).

Kızılcık (*Cornus mas* L.), Cornaceae familyasından yer alan 10-15 mm uzunluğunda, zeytin büyüklüğünde mor, sarı ya da kırmızı renkli, ekşi tada sahip meyvelerdir (Ercişli, 2004). Çok yıllık odunsu bir bitki olan kızılcık yüksek miktarda C vitamini içermektedir. İçerdiği antosiyanin pigmentlerinden dolayı bordo-kırmızı renge sahip

olan meyve çok zengin askorbik asit, antosiyanin, fenolik bileşen ve antioksidan kaynağıdır (Demir, 2003).

Karadut (*Morus nigra*) Moraceae ailesinin bir üyesi olup, Türkiye’de fazlaca yetiştirilmektedir. Meyve temel olarak şeker, sitrik asit ve malik asit gibi organik asitler, fenolik asitler ve antosiyaninlerden oluşmaktadır (Elmacı ve Altuğ, 2002).

Materyal ve Yöntem

İzotonik içeceklerin üretimin de kullanılan elma, karadut ve nar suyu, Anadolu Etap

firmasından konsantre olarak temin edilmiş olup, briks değerleri 65-70 ‘dır. Kızılıklık suyu, Elite Naturel firmasından temin edilmiş olup, briks değeri 10’dur.

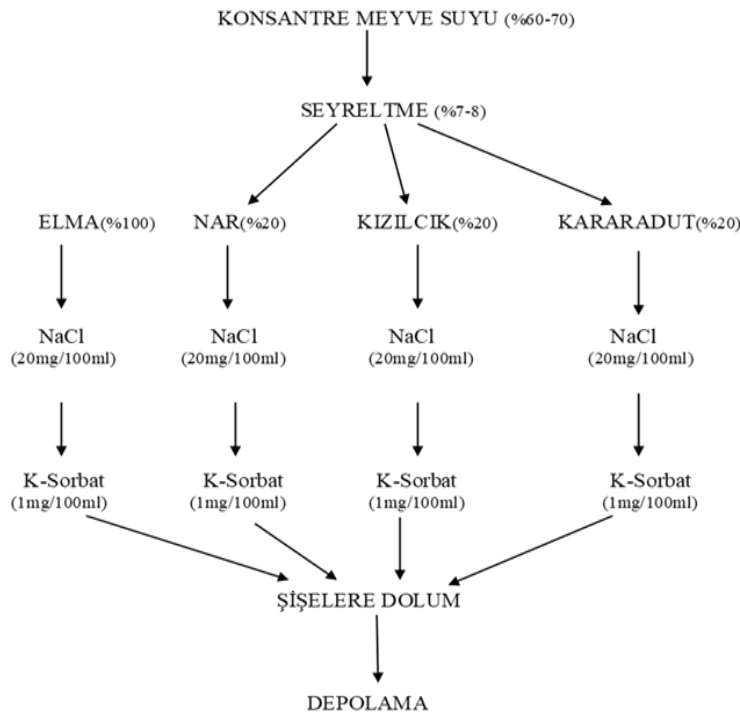
İzotonik içecek örneklerinin hazırlanması

Örnekler belirlenen oranlarda tuz ve koruyucu eklenerek Çizelge 2’deki formülasyona uygun olarak Şekil 1’de gösterildiği gibi hazırlanmıştır. İçecekler pazarlama şartları dikkate alınarak 6 ay boyunca 500 mL’lik beyaz renkli cam şişelerde ve oda sıcaklığında depolanmıştır.

Çizelge 2. İzotonik içeceklerinde bulunan temel bileşenler ve oranları

Tablo 2. The basic components and their proportion found in isotonic drinks

1.Örnek Sample 1	2. Örnek Sample 2	3. Örnek Sample 3	4. Örnek Sample 4
Elma suyu (%100)	Elma suyu (%80)	Elma suyu (%80)	Elma suyu (%80)
.....	Nar suyu (%20)	Kızılıklık suyu (%20)	Karadut suyu (%20)
NaCl 20 mg/100mL	NaCl 20 mg/100mL	NaCl 20 mg/100mL	NaCl 20 mg/100mL
K-Sorbate 1.0mg/100mL	K-Sorbate 1.0mg/100mL	K-Sorbate 1.0mg/100mL	K-Sorbate 1.0mg/100mL



Şekil 1. Farklı oranlarda hazırlanan izotonik içeceklerin üretim akış şeması

Figure 1. The flow chart of production of isotonic drinks prepared at different proportion

Hazırlanan örneklerde depolamanın başında ve depolama süresince periyodik olarak pH, titrasyon asitliği (Cemeroğlu, 2007), Toplam kurumadde (Ercişli ve Orhan, 2007), Suda çözünür kuru madde (Gould, 1977), Kül tayini, Renk (Cemeroğlu, 2007),

Toplam antioksidan (Zaouaya et al., 2012; Gironés-Vilaplana et al., 2012; Espín et al., 2000), Toplam fenolik (Medina-Remon et al., 2009) analizleri yapılmıştır.

İzotonik içeceklerin duyu özellikleri on

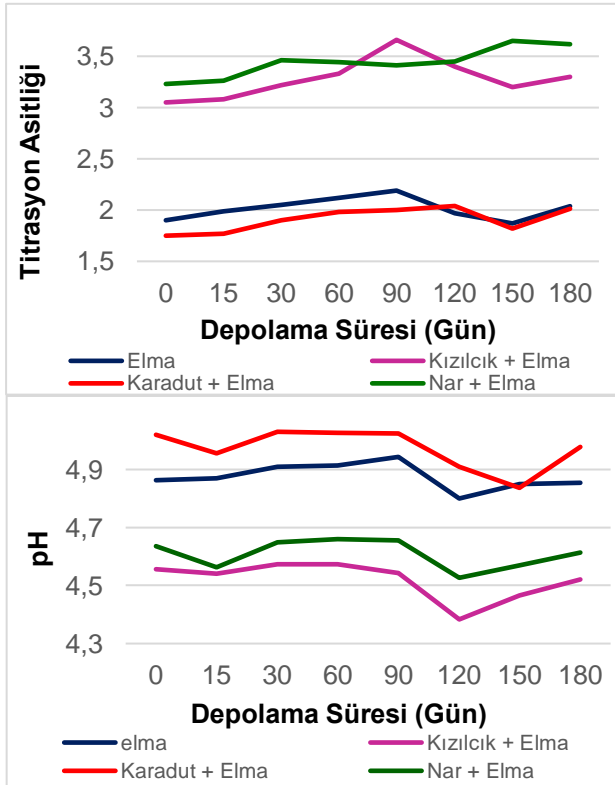
kişiden oluşan panelist grup tarafından Görünüş, koku, tat, renk, ağızda bıraktığı his ve gecikmiş tat (sonradan hissedilen tat) gibi özellikler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. (Altuğ ve Elmacı, 2011).

Denemeler 2 paralelli ve 3 tekerrürlü olarak yapılmış ve değerlendirmede SPSS paket programı kullanılmıştır. $P < 0.01$ veya $P < 0.05$ anlamlı olarak değerlendirilmiştir. Gruplardaki ortalamalar arasındaki farklar Duncan testi ile belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme verileri ANOVA 4x3 tekrarlı ölçüm kullanılarak yapılmıştır (Curran et al., 1996).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

İçeceklerin pH ve titrasyon asitliği değerleri

Hazırlanan izotonik içeceklerin pH ve titrasyon asitliği değerleri 180 gün boyunca periyodik olarak takip edilmiştir (şekil 2).



Şekil 2. Depolama süresince titrasyon asitliği ve pH değerlerindeki değişimler

Figure 2. Changes in pH and titration acidity values during storage

Grafiklerden görülebileceği gibi; farklı formülasyonlarda hazırlanan izotonik içeceklerin hepsinde pH değerlerinde depolama boyunca

belirgin bir değişim gözlenmemiştir. Depolama periyodunun sonunda az da olsa görülen rakamsal değişim istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). İçeceklerin pH değerleri 5'in altında olup depolama boyunca bu durum değişmemiştir. Grup içerisinde karadut-elma karışımının asitliği en düşük, pH değerlerinin ise yüksek olduğu görülmüştür. Depolama süresi boyunca ortalama asitlik değerlerindeki değişimler her ne kadar az gibi gözükse de her dört grupta da istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Depolama boyunca dört grupta da artış olduğu gözlemlenmiştir. Asitlik değerleri sırasıyla en yüksek nar-elma, kızılcık-elma, elma ve karadut-elma şeklindedir.

Literatüre bakıldığında karaduta ait pH değerlerinin 3.30-5.65 aralığında olduğu belirtilmiştir (Akbulut ve ark., 2006; Ercişli and Orhan 2007; Hepsağ ve ark., 2012). Bounous ve Zanini (1987) İtalya'da kızılcık meyvelerinin farklı yetiştirme alanlarında pomolojik ve kimyasal bileşimleri tespit etmek amacıyla yürüttükleri bir çalışmada kızılcık meyvesinde pH 4.82 olarak bulmuşlardır. Tüfekçi (2008), piyasadaki bazı meyve sularının gıda mevzuatına uygunluğunu incelediği bir çalışmada; nar suyunun pH değerini ise 3.39-3.57 arasında, elma suyunun pH değerini ise 3.49-4.01 arasında bulduklarını belirtmiştir. Literatürde pH değerleri için bir sınırlamaya rastlanmamıştır.

Demir ve Kalyoncu (2003) yaptıkları bir çalışmada kızılcık meyvesinin toplam asitliği (malik asit cinsinden) 1.852-2.348 g/mL olarak tespit etmişlerdir. Özgen ve ark. (2009b)'nin yaptıkları çalışmada ise olgun karadut meyvelerinde asitlik ortalama %2'nin üzerinde belirlenirken, beyaz dutlarda asitlik miktarı %0.53-0.75 arasında değişmiştir.

Örneklerin pH'larında görülen hafif artışa paralel olarak toplam asitlikte de artış görülmüş olup bu durumun depolama boyunca zaman içerisinde meydana gelen reaksiyonlar sonucunda tampon özellik gösteren bazı bileşenlerin düşük düzeyde de olsa tortu oluşturarak ortamdan ayrılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Toplam kuru madde ve SÇKM değerleri

İzotonik içeceklerde 6 aylık depolama süresince kuru madde ve SÇKM değerleri korunmuş olup SÇKM değeri 8, toplam kurumadde değeri 7.7-8.0 arasında değişmektedir. Bu süre boyunca meydana gelen farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$).

Ersoy (2013) sporcu içeceklerinde yapmış olduğu bir çalışmada, hipotonik içeceklerin briks değerlerinin 4 ten küçük, izotonik içeceklerin briks değerlerinin 6 ile 8 arasında, hipertonic içeceklerin briks değerlerinin ise 8 den büyük olduğunu ifade etmiştir. Böylece hazırladığımız elma suyu karışımları izotonik içecek sınıfında yer almaktadır.

Ortalama kül tayin sonuçları

Elma suyuna farklı meyvelerin eklenmesinin kül değerleri üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek kül değerleri sırasıyla ortalama %0.423 Nar-Elma, %0.420 Karadut-Elma, %0.406 Kızılçık-Elma ve %0,394 Elma şeklindedir. Kızılçık-Elma içeceğinde kül değerleri istatistiksel olarak

önemsiz bulunmuştur. Karadut-Elma ve Nar-Elma sularında artış; Elma suyunda ise azalış gözlemlenmiştir.

RSK; (Richtwerte und Schwankungsbreiten bestimmter Kennzahlen) bir meyve suyunun kimlik ve saflığının saptanmasında faydalanılan özel bileşim unsurlarının düzeyini ifade etmektedir. RSK ortalama değerlerine göre; elma suyunda kül değeri armut suyunda (%) 0.27 g, (%) 0.25 g, vişne suyunda (%) 0.47 g, üzüm suyunda (%) 0.3 g olduğu belirtilmektedir (Cemeroğlu ve Karadeniz, 2001). Kökosmanlı ve Keleş (2000) yaptıkları çalışmada kızılçık marmelatlarının kül miktarlarını %0.30- 0.41 arasında belirlemişlerdir.

Renk değerleri

Bir gıdanın tüketici üzerinde olumlu bir etki bırakıp bırakmadığının ilk parametresi, ürünün rengidir. Hazırlanan izotonik içeceklerin ortalama a*(kırmızı-yeşil), b* (mavi-sarı), L (parlaklık) renk değerleri aşağıdaki çizelgede sırasıyla verilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Hazırlanan izotonik içeceklerin a*, b*, L*değerlerinde depolama süresince görülen değişimler
Table 3. Changes in a*, b*, L* values during storage of prepared isotonic drinks

	Gün Day	Elma Apple-cranberry	Elma-kızılçık Apple-black mulberry	Elma-karadut Apple-black mulberry	Elma-nar Apple-pomegranate
a*	0	3.09±0.1 A ^d	1.17±0.06 C ^{bc}	1.52±0.06 B ^c	1.24±0.06 C ^a
	15	3.18±0.04 A ^d	1.04±0.10 C ^c	1.64±0.13 B ^{bc}	0.98±0.03 C ^b
	30	3.34±0.06 A ^{bc}	1.52±0.13 C ^a	1.82±0.11 B ^b	1.01±0.18 D ^b
	60	3.23±0.06 A ^{cd}	1.22±0.04 C ^b	2.15±0.01 B ^a	0.87±0.03 D ^{bc}
	90	3.17±0.05 A ^d	1.16±0.01 C ^{bc}	1.48±0.14 B ^c	0.64±0.08 D ^{cd}
	120	3.53±0.06 A ^a	0.73±0.10 C ^d	1.07±0.07 B ^d	0.67±0.13 C ^{cd}
	150	2.57±0.11 A ^e	1.22±0.01 B ^b	0.52±0.05 C ^e	0.67±0.17 C ^{cd}
	180	3.41±0.04 A ^{ab}	1.17±0.08 C ^{bc}	1.49±0.15 B ^c	0.53±0.16 D ^d
b*	0	3.67±0.22 A ^e	1.28±0.07 B ^d	1.00±0.16 C ^{bc}	0.53±0.05 D ^{bc}
	15	4.93±0.05 A ^a	1.53±0.10 B ^c	1.05±0.10 C ^b	0.60±0.11 D ^{abc}
	30	4.57±0.12 A ^b	2.27±0.16 B ^a	1.45±0.11 C ^a	0.86±0.20 D ^{ab}
	60	4.33±0.11 A ^c	1.69±0.08 C ^c	0.96±0.08 B ^{bc}	0.62±0.21 D ^{abc}
	90	4.05±0.10 A ^d	1.99±0.02 B ^b	1.20±0.15 C ^b	0.36±0.14 D ^c
	120	4.24±0.09 A ^{cd}	0.26±0.12 C ^f	0.75±0.08 B ^c	0.75±0.28 B ^{ab}
	150	4.1±0.18 A ^d	2.42±0.21 B ^a	1.05±0.13 C ^b	0.96±0.27 C ^a
	180	4.01±0.01 A ^d	1.98±0.15 B ^b	0.76±0.21 C ^c	0.56±0.19 C ^{bc}
L*	0	21.46±0.02 B ^e	22.22±0.02 A ^{cd}	20.38±0.00 C ^c	19.49±0.03 D ^e
	15	22.38±0.03 B ^a	22.57±0.01 A ^b	20.46±0.06 C ^{bc}	20.02±0.01 D ^b
	30	21.62±0.05 B ^d	22.05±0.03 A ^d	18.82±0.01 D ^g	19.73±0.06 C ^d
	60	21.85±0.04 A ^c	20.51±0.02 B ^f	20.49±0.01 B ^b	20.20±0.06 C ^a
	90	21.39±0.00 B ^f	22.39±0.26 A ^c	19.06±0.05 D ^f	19.90±0.05 C ^c
	120	20.92±0.03 B ^g	21.18±0.02 A ^e	20.63±0.03 C ^a	19.29±0.03 D ^f
	150	22.01±0.01 B ^b	23.38±0.08 A ^a	19.84±0.08 C ^d	19.23±0.00 D ^f
	180	20.01±0.05 B ^h	20.32±0.05 A ^g	19.60±0.04 C ^e	19.55±0.02 C ^e

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

a,b,c,d,e: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır ($P < 0.05$)

Fenolik madde grubu içerisinde bulunan antioksidan özelliğe sahip olan C vitamini ve yine antioksidan özelliğe sahip antosiyaninler gibi bazı maddeler düşük sıcaklıklara göre yüksek sıcaklıklardan daha fazla etkilenen maddelerdir (Cemeroglu, 2007). Bundan dolayı antioksidan özelliğe sahip olan bu gibi maddeler yüksek sıcaklıklar ile birlikte parçalanma ile önemli kayıplara maruz kalmaktadırlar. Bu kayıplarla birlikte antioksidan kapasitesinde de önemli azalmalar olabilmektedir.

Karadutun antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amacıyla farklı yöntemler kullanılarak çeşitli çalışmalar yapılmış, bu çalışmalarda karadutun orta seviyelerde antioksidan aktivite (6.8–14.4 µg TE/gr) gösterdiği saptanmıştır (Hassimoto, 2005). Dut pekmezinin depolanması ile ilgili yapılan bir çalışmada 20±2 °C’de depolanan pekmezlerde antioksidan aktivitesinde azalma olduğu belirtilmiştir (Zor, 2007). Tezcan ve arkadaşları (2009) inceledikleri yedi farklı ticari nar suyunun antioksidan değerlerini 25.19±0.47-67.46±2.54 arasında belirlemişlerdir.

Antioksidan aktivitenin depolamanın etkisi dışında da çeşitli proses aşamalarında değişiklik meydana geldiğini gösteren araştırmalara rastlanmıştır. Yang ve ark. (2007), Pasifik

Adaları’nda yaşayan halk tarafından ilaç amaçlı kullanılan tropik bir meyve olan noni’den elde edilen meyve suyundan antioksidan aktivitenin üretimin çeşitli basamaklarında değiştiğini ortaya koymuştur. Örneğin; 24°C’de üç ay süre boyunca fermente edilmiş noni sularında, antioksidan aktivitelerinin seviyesinde %90 üzerinde bir kayıp belirlenmiştir. Aynı noni sularının 24°C, 4°C ve –18°C sıcaklıklarında üç ay boyunca depolanması sonucunda, antioksidan aktivite seviyelerinde sırasıyla %90, %55 ve %15 azalma belirlenmiştir. Sonuç olarak nonide elde edilen meyve sularında depolama sıcaklığı arttıkça buna bağlı antioksidan aktivitenin düştüğü saptanmıştır.

Toplam fenolik madde miktarı değerleri

Hazırlanan içeceklerin ilk aylarda fenolik madde miktarı değerleri yüksek olup zamanla bu değerlerde bir azalma görülmüştür. Depolama boyunca oluşan değişiklikler istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0.05). En yüksek fenolik madde değeri sırasıyla Nar-Elma, Kızılcık-Elma, Karadut-Elma ve Elma şeklindedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. İzotonik içeceklerin toplam fenolik madde miktarları değerlerinde depolama süresince görülen değişimler (mg gallik asit/g)

Table 5. Changes in amount of total phenolic matter values during storage of isotonic drinks (mg gallik asit/g)

Günler	Elma Apple	Elma-kızılcık Apple-cranberry	Elma-karadut Apple-black mulberry	Elma-nar Apple-pomegranate
0	31.34±0.01C ^{ab}	59.20±0.01 B ^a	38.81±0.02 C ^{bc}	76.54±0.11 A ^c
15	35.84±0.00 D ^a	65.49±0.00 B ^a	49.69±0.10 C ^a	91.61±0.00 A ^{ab}
30	35.60±0.00 D ^a	68.15±0.00 B ^a	49.96±0.00 C ^a	101.10±0.03 A ^a
60	32.78±0.00 D ^{ab}	60.81±0.1 B ^a	48.12±0.00 C ^a	86.91±0.00 A ^{bc}
90	35.65±0.00 D ^a	69.60±0.00 B ^a	48.50±0.01 C ^a	80.97±0.00 A ^{bc}
120	30.59±0.00 C ^b	64.79±0.01 B ^a	45.42±0.00 C ^{ab}	90.18±0.01 A ^{abc}
150	32.29±0.00 B ^{ab}	66.57±0.00 A ^a	35.81±0.00 B ^c	63.72±0.00 A ^d
180	29.2±0.00 C ^b	35.66±0.00 B ^b	25.25±0.02 C ^d	50.49±0.00 A ^e

A,B,C,D: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0.05).

a,b,c,d,e: Aynı sütunda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0.05).

Ercisli ve Orhan (2007) karadut, kırmızı ve beyaz dutun kimyasal kompozisyonlarını incelediklerinde en yüksek fenolik madde miktarını karadutta ve 1422 mg GAE/100g olarak belirlemişlerdir. Kafkas ve ark. (2006) karadutun toplam fenolik madde içeriğini 340.6 mg/100g gallik asit olarak bulmuşlardır. Özgen ve ark. (2009), karadutta ve kırmızı dutta toplam fenolik

madde değerlerini sırasıyla 27.37 mg GAE/g ve 16.03 mg GAE/g olarak belirlemişlerdir. Bu durum karadutun kırmızı duta göre fenolik maddelerce daha zengin bir meyve olduğunu göstermektedir.

Tezcan ve arkadaşları (2009) yapmış oldukları çalışmada bazı ticari nar sularının toplam fenolik madde miktarlarını incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar 144-10086 mg GAE/ L olarak

belirlemişlerdir. Muhacir-Güzel ve arkadaşları (2014) çalışmalarında tüm meyveden ve keseciklerden elde edilen nar sularının bazı proses aşamalarında incelemelerde bulunmuşlar ve toplam fenolik madde içeriğini 1590-3023 mg GAE/ L olarak tespit etmişlerdir.

Duyusal özellikler

Bir gıda maddesinin tüketici tarafından ilk albenisini görünüş koku ve tat oluşturmaktadır.

Bu yüzden duyu özellikler tüketme ve satın alma kararını etkileyen en önemli kalite kriterlerinden biridir. Duyusal değerlendirme formuna göre panelistlerden içecek gruplarını görünüş, koku ve tat olarak değerlendirmeleri istenmiştir. Aynı zamanda örneklerin renk, ağızda bıraktığı his ve sonradan hissedilen tat ile ilgili değerlendirmelerini skalada (1-5 arası) belirtmeleri istenmiştir.

Çizelge 6. İzotonik içeceklerin özelliği ve içeceklerin ortalama tahmini değerleri

Table 6. Feature of isotonic drinks and mean estimated values of drinks

	Ortalama Mean	Std hata Std. error	95% Güven aralığı Confidence interval	
			Alt değer Lower bound	Üst değer Upper bound
Bileşim				
<i>Composition</i>				
Elma	4.50	0.14	4.18	4.82
Kızılcık-Elma	3.83	0.16	3.47	4.19
Karadut-Elma	3.13	0.30	2.45	3.82
Nar-Elma	3.43	0.35	2.64	4.23
Duyusal Özellikler				
<i>Feature of composition</i>				
Renk	4.20	0.18	3.80	4.60
Ağızda bıraktığı his	3.55	0.22	3.05	4.05
Sonradan hissedilen (gecikmiş) tat	3.43	0.26	2.85	4.00

Çizelge 6'dan görülebileceği gibi, izotonik içecekler için ortalama değerlere göre sıralama yapıldığında, en yüksek ortalama değeri elma, ardından kızılcık-elma, müteakiben nar-elma ve karadut-elma örnekleri vermiştir.

Genel izlenim açısından izotonik içeceklerden en çok elma içeceği, en az ise nar-elma içeceği beğenilmiştir. Nar-elma içeceğin de sonradan hissedilen tadın diğer gruplara göre hoş gitmediği ve buruk bir tada sahip olduğu ifade edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre genel olarak; elma, kızılcık-elma ve nar-elma içeceklerinin görünüşleri berrak olarak değerlendirilmiştir. Karadut-elma içeceğinde yabancı bir koku hissedilmiş olup, diğer grupların kendine has bir kokuya sahip olduğu ifade edilmiştir. Elma ve karadut-elma tatlı bulunurken, kızılcık-elma ve nar-elma içeceklerinde ekşi bir tat hissedildiği belirtilmiştir.

Sonuçlar

Bu çalışma ile Türkiye'de meyve suyu üretiminde birinci sırada olan elma sularının içecek endüstrisinde farklı kullanım olanakları araştırılmış olup, endüstriye yeni bir ürünün kazandırılması amaçlanmıştır. Hazırlanan izotonik içeceklerin depolanmaları boyunca fiziksel, kimyasal ve duyu analizlerde ortaya çıkan değişimler araştırılmıştır.

Depolama boyunca, pH, renk, ve titrasyon asitliğinde meydana gelen değişimler önemli bulunmuştur. SÇKM, toplam kuru madde ve kül değerlerindeki değişimlerin önemli olmadığı belirlenmiştir. Elma suyuna diğer meyve sularının özellikle nar ve kızılcık sularının eklenmesiyle fenolik ve antioksidan aktivite bakımından önemli derecede artış olduğu görülmüştür. İzotonik içeceklerin toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan kapasitesi arasında doğrusal ve pozitif korelasyonun olduğu görülmüştür. Yapılan TFMM

analizinde depolama boyunca Nar-Elma ve Kızılık-Elma sularında diğer gruplardan daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Bunu Karadut-Elma, Elma takip etmektedir. Depolama boyunca dört grupta meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan kapasitenin, kırmızı renk yoğunluğu (a*) ile doğrusal bir ilişkisi olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda koyu renkli meyve sularının daha yüksek seviyede antioksidan içerdiği tespit edilmiştir. Sonuçlar, kırmızı meyvelerin antioksidan kapasitesi ve TFM içeriğine katkısını açıkça göstermektedir. Kırmızı meyvelerle zenginleştirilmiş elma suyunun, sağlık üzerinde besleyici bir işlevi olan yeni içeceklerin tasarımında potansiyel olarak ilgi çekici olabileceğini göstermiştir. İzotonik içecekler, görünüş, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik gibi özellikler bakımından değerlendirildiklerinde elma suyunun panelistler tarafından çoğunlukla daha çok beğenildiği anlaşılmıştır.

Diğer meyve suları ile zenginleştirilmiş izotonik elma sularının tüketiciler tarafından tercih edilebileceği, özellikle antreman esnasında susuzluğu gidermek, kaybolan elektrolitleri geri kazanmak ve açlık hissini engellemek için kullanılabilirliği, yapısında fenolik ve antioksidan maddelerce zengin olduğu; doğal bir ürün olan böyle bir içeceğin gıda sanayisinde rahatlıkla kullanılabilirliği tahmin edilmektedir. İzotonik içecekler konusundaki çalışmaların arttırılması gıda endüstrisine yeni içecekler kazandırılması yanında hem sporcuların tüketimi için iyi bir alternatif hem de özellikle halk sağlığı için yararlı içeceklerin üretimi açısından faydalı olacaktır.

Ekler

Bu Makale, Öznur TOĞRUL'un Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne sunmuş olduğu Yüksek Lisans Tezinden yararlanılarak hazırlanmış olup Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince 15051 nolu proje ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları

aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akbulut, M., Çekiç, Ç., & Çoklar, H. (2006). *Farklı Dut Çeşitlerinin Bazı Kimyasal Özellikleri ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi*, *Gıda Teknolojisi* (s. 20-24). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Altuğ, T., & Elmacı, Y. (2011). *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme* (s. 134). İzmir: Sidas Yayınları.
- Anonymous, (2012). Meyve Suyu Sektör İstatistikleri. Erişim adresi: <http://www.meyed.org.tr>.
- Bounous, G., & Zanini, E. (1987). The Variability of Some Components and Biometric Characteristics of the Fruits of Six Tree and Shrub Species. In Lampone, Mirtillo ed Altri Piccoli Frutti, atti, Convegno, Trente, 4-5 Giugno 1987, Rome-Italy, 189-197.
- Cemeroğlu, B., & Karadeniz F. (2001). *Meyve Suyu Üretim Teknolojisi* (s. 384). Ankara: Gıda Teknolojisi Yayınları.
- Cemeroglu, B. (2007). *Gıda Analizleri* (s. 34). Ankara: Gıda Teknolojisi Yayınları.
- Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The Robustness of Test Statistics to Nonnormality and Specification Error in Confirmatory Factor Analysis. *Psychol Methods*, 1(1), 16-29.
- Demir, F., & Kalyoncu, İ.H. (2003). Some Nutritional, Pomological and Physical Properties of Cornelian Cherry (*Cornus mas L.*). *Journal of Food Engineering*, 60(3), 335-341.
- Elmacı, Y., & Altuğ, T. (2002). Flavour Evaluation of Three Black Mulberry (*Morus nigra*) Cultivars Using Gc/MS, Chemical and Sensory Data. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 82(6), 632-635.
- Ercişli, S., & Orhan, E. (2007). Chemical Composition of White (*Morus Alba*), Red (*Morus Rubra*) and Black (*Morus nigra*) Mulberry Fruits. *Food Chemistry*, 103(4), 1380-1384.
- Ercişli, S., (2004). Cornelian Cherry Germplasm Resources of Turkey. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research Special Ed.*, 12, 87-92.
- Ersoy, N., & Ersoy, G., (2013). Hidrasyon için spor içecekleri ve alternatif içecekler. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi*, 5(2), 96-100.
- Espín, J.C., Soler-Rivas, C., Wichers, H.J., & Garcia-Viguera, C. (2000). Anthocyanin-Based Natural Colorants: A New Source of Antiradical Activity for Foodstuff. *J. Agric. Food Chemistry*, 48(5), 1588-1592.
- Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M. H., & Bayat, M., (2005). Physicochemical Composition of Ten Pomegranate Cultivars (*Punica granatum L.*) Grown in Iran. *Food Science and Technology International*, 11(2), 113-119.
- Gironés-Vilaplana, A., Valentão, P., Moreno, D.A., Ferreres, F., García-Viguera, C., & Andrade, P.B. (2012). New Beverages of Lemon Juice Enriched With The Exotic Berries Maqui, Açai, and Blackthorn: Bioactive Components and in Vitro Biological Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(26), 6571-6580.

- Gould, A.W., (1977). Food Quality Assurance. The AVI Publ. Co. Inc. USA.314s.
- Hepsağ, F., Hayoğlu, İ. & Hepsağ B. (2012). Karadut Meyvesinin Antosiyanin İçeriği ve Antosiyaninlerin Gıda Sanayinde Renk Maddesi Olarak Kullanım Olanakları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 9-19.
- Hassimotto N.M., Genovese M.I., & Lajolo F.M. (2005). Antioxidant Activity of Fruits, Vegetables, and Commercial Frozen Fruit Pulps. *J. Agric. Food Chem*, 53(8), 2928-2935.
- Kafkas, E., Bozdoğan, A., Burgut, A., Türemiş, N., Kargı, S.P., & Cabaroğlu, T. (2006). Bazı Üzümü Meyvelerde Toplam Fenol ve Antosiyanin İçerikleri. *II.Ulusal Üzümü Meyveler Sempozyumu*, (s. 309-312). Tokat
- Karaman, Ş., Tutem, E., Baskan, S.K., & Apak, R. (2010). Comparison of Total Antioxidant Capacity and Phenolic Composition of Some Apple Juices with Combined HPLC-CUPRAC Assay. *Food Chemistry*, 120 (4), 1201-1209.
- Kökösmanlı, M., & Keleş, F., (2000). Erzurum'da Yetiştirilen Kızılcık Meyvesinin Marmelat ve Pulpa İşlenerek Değerlendirilmesi. *Gıda*, 25 (4), 289- 298.
- Kulkarni, A.P., & Aradhya, S.M. (2005). Chemical Changes and Antioxidant Activity Pomegranate Arils During Fruit Development. *Food Chemistry*, 93, 319-324.
- Mackenzie, B. (2000) Spor İçecekleri. Retrieved from: <https://www.brianmac.co.uk/drinks.htm>.
- Medina-Remon A., Barrionuevo-González A., Zamora-Ros R., Andres-Lacueva C. Estruchb R., Martínez-González MA., Diez-Espino J., & Lamuela-Raventos RM., (2009). Rapid Folin-Ciocalteu Method Using Microtiter 96-well Plate Catridges for Solid Phase Extraction to Assess Urinary Total Phenolic Compounds, as a Biomarker of Total Polyphenols Intake. *Analytica Chimica Acta*, 634, 54-60.
- Muhacir-Güzel N., Türkyılmaz M., Yemiş O., Taği S., & Özkan M. (2014). Changes in Hydrolysable and Condensed Tannins of Pomegranate (*Punica Granatum* L., Cv. Hicaznar) Juices From Sacs and Whole Fruits During Production and Their Relation with Antioxidant Activity. *Lwt -FoodScience and Technology*, 59(2), 933-940.
- Oliveira B.G., Filho E.B.A., Ventura E., Do Monte S.A., Junior C.G.L., Rocha G.B., & Vasconcellos M.L.A.A. (2007). Synthesis and Conformational Study of a New Class of Highly Bioactive Compounds. *Chemical Physics Letters*, 449(4), 336-340.
- Özden, N.A., Ak, B. A., & Özden, M. (2017). Farklı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Pomolojik, Fitokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 21(2): 164-176.
- Özgen, M., & Tokbaş, H. (2007). Işıklanma ve Meyve Dokusunun Amasya ve Fuji Elmalarında Antioksidan Kapasitesine Etkisi. *Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 1-5.
- Özgen, M., Serçe, S., & Kaya, C. (2009). Phytochemical and Antioxidant Properties of Anthocyanin-Rich *Morus Nigra* and *Morus Rubra* Fruits. *Scientia Horticulturae*, 119(3), 275-279.
- Özgen, M., Günes, M., Akça, Y., Türemiş, N., İlgin, M., Kızılcı, G., Erdogan, Ü., & Serçe S. (2009b). Morphological Characterization Several *Morus* Sp. From Turkey. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 50 (1), 9- 15.
- Rehrer, N.J. (1994). The Maintenance of Fluid Balance During Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 15(3), 122-125.
- Tezcan, F., Gultekin-Ozguven, M., Diken, T., Ozcelik, B., & Erım, F. B. (2009). Antioxidant Activity and Total Phenolic, Organic Acid and Sugar Content in Commercial Pomegranate Juices. *Food Chemistry*, 115, 873-877.
- Tüfekçi, H. (2008). *Piyasada Satılan Bazı Meyve Sularının Özelliklerinin Gıda Mevzuatına Uygunluğunun Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yang, J., Paulina, R., Janke-Stedronsky, S., & Abawi, F. (2007). Free-Radical scavenging Activity and Total Phenols of Noni (*Morinda citrifolia* L.) Juice and Powder in Processing and Storage. *Food Chemistry*, 102, 302-308.
- Yıldırım, A., Toğrul, Ö., Çetin, S., Öğretmen, H. Sarı, P., & Hayoğlu, İ. (2016). Narın Çikolata Üretiminde Kullanımı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 20 (1): 12-19.
- Zaouaya, F., Menab, P., Garcia-Viguerab, C., & Marsa M. (2012). Antioxidant Activity and Physico Chemical Properties of Tunisian grown pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Industrial Crops and Products*, 40, 81- 89.
- Zor, M., (2007). *Depolamanın Ayva Reçelinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.



Kullanıma hazır dondurulmuş gölevez üretimi

Ready-to-use frozen taro production

Manolya Eser ÖNER^{1*}, Erman BAŞ², Mehmet Durdu ÖNER²

¹Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Alanya, Antalya

²Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Alanya, Antalya

To cite this article:

Öner, M.E, Baş, E. & Öner, M.D. (2020). Kullanıma hazır dondurulmuş gölevez üretimi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 174-184.

DOI: 10.29050/harranziraat.634265

Address for Correspondence:

Manolya Eser ÖNER

E-mail:

manolya.oner@alanya.edu.tr

Received Date:

17.10.2019

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-NonCommercial 4.0 International License.

Öz

Gölevez (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Akdeniz sahillerinde çok fazla yetiştirilen, patatesten çok daha fazla lif, potasyum, magnezyum ve çinko içeren bir tarım ürünüdür. Mineral miktarı yörede çok üretilen ve tüketilen muzdan yüksek olup, glisemik indeksi patatesten çok düşüktür. Gölevez yumrularının patatesten daha sert olan yapısı, soyulduğu ve kesildiği zaman çok fazla mülaj çıkışı olması, ayrıca hasat sonrası raf ömrünün kısa olması nedeniyle tüketimi azdır. Bu çalışmanın amacı yüksek kaliteli ve besinsel değerlerinin korunduğu kullanıma hazır dondurulmuş kızartmalı gölevez üreterek tüketimini artırmaktır. Bunun için uygulanan işlemler asitli çözeltilerde bekletme, 85±1°C'de 2, 4 ve 6 dk haşlama, 20±1°C'de 5 dk soğutma, 180±1°C'de 1 dk ön kızartma ve -18±1°C'de 6 ay depolamadan oluşmaktadır. İşlemlerden geçirilen ve depolanan gölevez ürünlerine küf, nem, kül, su tutma kapasitesi, yağ tutma kapasitesi, renk ve duyu analizler yapılmıştır. Küf analizi sonuçlarına göre 85±1°C'de 6 dk haşlama işleminin ürünün -18±1°C'de 6 ay saklanabilmesi için gerekli olduğu belirlenmiştir. Ürünlerin su tutma kapasitesi arttıkça yağ tutma kapasitesinde azalma olmuştur. Limonlu çözeltide bekletilip, haşlama işleminin ardından ön kızartma uygulanan ürünlerde kül oranı diğer ürünlerden daha yüksek çıkmıştır. Ön kızartma işlemi uygulandığı zaman L* değerinde artış, a* ve b* değerlerinde düşme dolayısıyla renkte koyulaşma ve sarımsı renkte azalma gözlemlenmiştir. Duyusal analiz sıralama testi sonucunda en çok tercih edilen sitrik asit çözeltilisinde bekletilip ön kızartma uygulanan (Lt6-K), en az tercih edilen ise sirkeli suda bekletilip ön kızartma uygulanan (S6-K) ürün olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gölevez, Dondurulmuş ürün, Duyusal analiz, Renk

ABSTRACT

Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) is widely grown agricultural product in Mediterranean region. When compared to potato, it contains higher amount of fiber, potassium, magnesium, and zinc. Mineral content of taro is higher than banana, which is the most produced and consumed product in this area. In addition, glycemic index of taro is lower compared to white potato. Taro consumption is low because of hard texture, high amount of mucilage comes off during peeling and cutting, and short postharvest shelf-life. The objective of this project is to increase the consumption of taro by producing high quality, ready-to-use, and nutritious frozen taro fries. Treatments consist of dipping into acidic solutions, blanching at 85±1°C for 2, 4, 6 min, cooling at 20±1°C for 5 min, par-frying at 180±1°C for 1 min, and storing at -18±1°C for 6 months. Treated products were analyzed for mold count, moisture content, ash content, water retention and oil holding capacities, color and sensorial quality. Based on mold count, blanching at 85±1°C for 6 min was required to be able to store product at -18±1°C for 6 months. When water retention capacity of the product decreased, oil holding capacity increased. Higher ash content was determined in taro products treated with lemon solution, blanched and then par-fried compared to other products. Par-frying increased L*, decreased a* and b* values, thereby increase in darkness and decrease in yellowness was observed in taro products. According to the sensory analysis ranking test, par-fried taro treated with citric acid (Lt6-K) was the most, whereas taro treated with vinegar (S6-K) was the least preferred one.

Keywords: Taro, Frozen product, Sensory analysis, Color

Giriş

Niştalı bitkiler sınıfından olan Gölevezin [*Colocasia esculenta* (L.) Schott], tropik ülkelerde yaygın adı "Taro" olarak kullanılsa da ülkelere göre "kolokas, old cocoyam, eddoe veya dasheen" adını alır (Göhl, 1981). Gölevez, sıcaklığın 0°C derecenin altına düşmediği, sulama olanakları uygun, rutubetli arazilerde ve ırmak yataklarında yetişir (Şen ve ark., 2001). Akdeniz bölgesinde İçel ilinin Anamur ve Bozyazı ilçeleri ile Antalya ilinin Alanya ve Gazipaşa ilçelerinin sahil kesimlerinde patatesten daha çok yetiştirilir ve tüketilir (Akgül ve ark., 2017). Her yıl ürün veren bu bitkinin yumruları küre veya silindir şeklinde olup, yaprakları fil kulağına benzemektedir. Yumruların dış kabuğu kahverengi, iç kısmı ise beyaz renklidir. Gölevez nişasta, magnezyum ve potasyum bakımından zengin bir bitkidir (Şen ve ark., 2001). İçeriğinde 0.6-0.8 g/100 g lif ve 2-6 g/100 g protein vardır (Sefa-Dedeh ve Agyir-Sackey, 2004). Gölevezdeki nişasta miktarı %15 ile %25 arasında değişmektedir. Protein ve yağ değeri düşük olup, karbonhidrat, lif ve mineral (Ca, K, Na ve P) bakımından zengindir. Gölevezin mineral değeri çok tüketilmekte olan muzdan yüksektir (USDA, 2017). Ancak bu oranlar gölevezin türüne, yetiştirme şartlarına, yetiştiği toprak türüne, neme, olgunlaşmasına ve hasat edildikten sonraki saklama koşullarına göre değişiklik gösterebilir (Arnaud-Vinas ve Klaus, 1999).

Yumrular genellikle un ve/veya nişasta üretiminde kullanılmaktadır. Gölevez unu içeriğindeki küçük granüllü kolay sindirilebilir nişasta sebebiyle bebek mamalarında kullanılmaktadır (Palaniswami ve Peter, 2008). Türkiye’de yetiştirilen gölevezden püre ve kızartma üretimi ile ilgili araştırma yapılmış, duyu analizlerde püreye göre kızartma daha çok beğenilmiştir (Şen ve ark., 2001). Ancak gölevez yumrularının hasat sonrası raf ömrü, yüksek nem oranı, mekanik hasarlar, fiziksel bozulmalar (solunum, filizlenme vb.) ve mikrobiyal bozulmalardan dolayı kısadır (Agbor-Ekbe ve Rickard, 1991). Aktif halde bulunan peroksidaz ve polifenol oksidaz enzimleri nedeniyle enzimatik

kahverengileşmeye elverişlidir (Yemenicioğlu ve ark., 1999). Bunun yanında gölevez yumruları patatesten daha sert yapıdadır. Kesildiği zamanda yapışkan özellikte müsilaj çıkışı olmaktadır. Saklama ve hazırlama aşamasındaki zorluklar gölevez tüketimini azaltmaktadır.

Dondurma işlemi meyve ve sebzelerin kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerini durdurmak ya da en aza indirmek, böylece raf ömrünü uzatmak için uygulanır (Demiray ve Tülek, 2010). Dondurularak saklanan gıdalarda tat, koku gibi kalite kriterleri ve besin değerlerinde değişme az ya da hiç olmadığı gözlemlenmiştir (Sarıkaya ve Korkmaz, 2012). Dondurulmuş gıda tüketiminde sosyo-ekonomik ve davranışsal değişkenlerin etkisi büyüktür (Gündüz ve Emir, 2014). Türkiye’de dondurulmuş meyve ve sebze tüketimi İstanbul, İzmir, Ankara ve Bursa gibi büyük kentler ve batı bölgelerindedir (ITO, 2003). Ancak ülkemizin zengin doğal kaynakları, batısından doğusuna coğrafi konumu, artan şehirleşmeler ve nüfusun yanı sıra büyüyen ve gelişen ekonomi ile dondurulmuş gıda sanayinin gelecekte artış göstermesi beklenmektedir (Külekçi ve ark., 2006). Bütün dünyada en fazla tüketilen dondurulmuş ürün patatestir (ITO, 2003). Patates kızartması daha çok hazır yiyeceklerin (fast-food) yanında tüketilmektedir. Dondurulmuş kızartmalı patates farklı boyutlarda (parmak, elma dilimi vs.) tüketiciye sunulmaktadır. Ancak tüketilen beyaz patates türü (144±22) glisemik indeks bakımından beyaz ekmekten (100) çok daha yüksektir (Foster-Powell ve ark., 2002). Bu sebeple, ABD gibi hazır yiyeceklerin çok tüketildiği ülkelerde kızartılmış beyaz patates yerine tatlı patates gibi glisemik indeksi (46±5) düşük ürünler sunulmaktadır. Gölevez glisemik indeks bakımından orta seviyededir (Simsek ve El, 2015). Yapılan bir çalışmada, gölevezin glisemik indeksinin (72±5) tatlı patatese (46±5) oranla yüksek (Bahado-Singh ve ark., 2006) ancak başka bir çalışmada beyaz patates (144±22) ile kıyaslandığında düşük olduğu ortaya çıkmıştır (Foster-Powell ve ark., 2002). Mineraller (Ca, Na, K ve Cl) bakımından oldukça zengin, beyaz patates türüne göre düşük olan glisemik indeksi ile gölevezden üretilen olan

dondurulmuş kızartmalık ürün, sağlıklı gıda tüketmek isteyenler için alternatif olarak sunulabilir. Bu çalışmada, yumrular dilimleme, asidik çözeltide bekletme, haşlama, ön kızartma, dondurma ve paketleme işlemlerinden geçirilerek, kullanılmaya hazır, yüksek kalitede ve besinsel değerlerinin korunduğu, raf ömrü uzun, dondurulmuş gölevez üretimi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Gölevezin hazırlanması ve işlenmesi

Araştırmada kullanılan gölevez yumruları (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) yerel bir üreticiden (Alanya, Antalya, Türkiye) hasat edildikten sonra bir gün içerisinde temin edilmiş ve araştırmada kullanılmıştır. Yumruların dış kabukları soyulduktan sonra 1x1x5 cm standart ölçüde, sanayi tipi patates dilimleme makinesi (Özlem Mühendislik ve Madeni Eşya A.Ş., Türkiye) ile dilimlenmiştir (Oner ve Wall, 2012). Çizelge 1’de gösterildiği gibi dilimlenen ürünler, yüzey oksidasyonunu azaltmak ve yüzeydeki müsilaj oranını düşürmek amacıyla, üzüm sirkeli (%5 (v/v); pH: 3.00) (Tariş, Türkiye), sitrik asitli (%0.5 (w/v); pH:3.00) (Arifoğlu, Türkiye) ve limonlu (%5 (v/v); pH:3.00) çözeltilerde yaklaşık olarak 2 saat bekletilmiştir. Hazırlanan ürünlere 85±1°C’de 2, 4 ve 6 dakika haşlama işlemi uygulanmış (1.5 kg ürün/4L su), sonrasında soğuk suda bekletme yapılarak ürünlerin oda sıcaklığına ulaşması sağlanmıştır. Sadece ön haşlama uygulanacak ürünler, kağıt havlu ile nemi alındıktan sonra kilitli poşete (Cook kilitli buzdolabı poşeti, Sedat Tahir A.Ş., Türkiye) paketlenip, -18±1°C dondurucuda 6 ay depolanmıştır. Ön kızartma işlemi uygulanan ürünler ise haşlama işleminden sonra frita yağında (Orkide bitkisel susuz yağ, Küçükbay Yağ ve Deterjan Sanayi A.Ş., Türkiye) 180±1°C’de sıcaklık kontrollü fritözde (Sinbo Deep Fryer, SDF-3827, Türkiye) 1 dakika kızartma işleminden geçirilmiş, yağı süzülen ürünler kilitli poşetlerde -18±1°C’de 6 ay süre ile saklanmıştır (Oner ve Wall, 2012).

Son kızartma işlemi

Kullanıma hazır dondurulmuş gölevez ürünlerine (1.5 kg) 180±1°C’de frita yağında (3L) sıcaklık kontrollü fritöz kullanılarak 5, 7 ve 9 dakika son kızartma işlemi uygulanmıştır (Oner ve Wall, 2012).

Küf analizi

Altı ay süre ile -18±1°C’de saklanan 18 kullanıma hazır gölevez ürününe ve işlemsiz ürüne (Çizelge 1) küf analizi Alanya Çevre Laboratuvarı Müh. Tic. Ltd. Şti. (Türkiye) tarafından yapılmıştır. Bu analizde 25 g örnek 225 mL Maximum Recovery Diluent ile homojenize edilmiştir. Başlangıç dilüsyonundan 0.1 mL alınarak Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol agar (DRBC, Merck, Almanya) içeren petriye aktarılmış, steril bir drigalski spatülüyle besiyeri yüzeyine yayılmış ve 25±1°C’de 5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyondan sonra <150 koloni içeren petrilere sayılmıştır. Küf analizi 2 paralel şekilde yapılmıştır.

pH tayini

pH metre (Seven Excellence, Mettler Toledo, Çin) ile bekletme çözeltilerinin ve dondurma işleminden önce işlenmiş gölevez ürünlerinin pH değerleri ölçülmüştür. Bir gram işlenmiş gölevez ürünü 10 mL saf su ile stomacherde (Bagmixer® 400, CC, Fransa) işleminden geçirilmiş ve daha sonra pH değeri belirlenmiştir (Uylaşer ve Başoğlu, 2014).

Nem tayini

Nem tayini ön kızartma işleminden önce ve sonra yapılmıştır (AOAC, 1997). Darası alınan petrilere 1 g örnek tartılmış, ağırlık sabitleşinceye kadar 105°C etüvde (Mommert UF 110, Almanya) bekletilmiştir. Daha sonra petri ve kuru numunenin ağırlığı ölçülmüş, nem oranı % (g/g) kuru bazda hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Kullanıma hazır dondurulmuş gölevez ürünlerine uygulanan işlemler
 Table 1. Treatments for ready-to-use frozen taro products

Ürün Kodu ² Sample Code ²	Bekletme Çözeltileri Holding Solution	Ön Kızartma İşlemi (180±1°C, 1 dk) Par-frying Process (180±1°C, 1 dk)	Haşlama Süresi (dk) (85±1°C) Blanching Time (min) (85±1°C)
İşlemsiz Ürün ¹ Control ¹	-	-	-
S2-H		-	2
S2-K		+	2
S4-H	Sirkeli Çözelti	-	4
S4-K	Vinegar Solution	+	4
S6-H		-	6
S6-K		+	6
Li2-H		-	2
Li2-K		+	2
Li4-H	Limonlu Çözelti	-	4
Li4-K	Lemon Solution	+	4
Li6-H		-	6
Li6-K		+	6
Lt2-H		-	2
Lt2-K		+	2
Lt4-H	Limon tuzlu Çözelti	-	4
Lt4-K	Citric acid Solution	+	4
Lt6-H		-	6
Lt6-K		+	6

¹ Hiçbir işlem uygulanmamış, kontrol

²S: Sirkeli çözelti; Li: Limonlu çözelti; Lt: Sitrik asitli çözelti; H: Haşlama (Sadece haşlama işlemi uygulandığını); K: Ön kızartma (Haşlama işlemi sonrasında kızartma işlemi uygulandığını); rakam haşlama süresini göstermektedir.

¹Sample with no treatment, control

²S: Vinegar solution; Li: Lemon solution; Lt: Citric acid solution; H: Blanching (application of only blanching); K: Par-frying (application of frying after blanching treatment); number indicates blanching time.

Kül tayini

Kül tayini son kızartma işleminden önce ve sonra uygulanmıştır (AOAC, 2005). Kurutulmuş ürünler, daraları alınmış krozelere içerisine yerleştirilip, kül fırınında (Protherm Furnaces PLF 110/15, Türkiye) 6 saat 550°C'de yakılarak bekletilmiştir. Daha sonra desikatörde, oda sıcaklığına kadar soğutulup, tartımı yapıp, kül oranı % (g/g) kuru bazda hesaplanmıştır.

Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi (STK) belirlemek için son kızartma işlemi öncesi ve sonrasında gölevez örnekleri blender (Fakir Hausgeräte, Almanya) ile toz haline getirilmiştir. İki gram örnek ile 10 mL distile su santrifüj tüpünün içine yerleştirilmiş ve 20 dakika 3000 RFC'de santrifüj (SIGMA, D-37520 Osterde am Harz, Almanya) edilmiştir (Hayta ve ark., 2002). Süpernatant uzaklaştırılmış, sediment ağırlığı tartılmıştır. STK % (g/g) kuru bazda hesaplanmıştır.

Yağ tutma kapasitesi

Yağ tutma kapasitesini (YTK) belirlemek için son kızartma işlemi öncesi ve sonrasında gölevez örnekleri blender (Fakir Hausgeräte AC220-24V-50/Hz 500W) ile toz haline getirilmiştir. İki g toz örneğe 10 mL sıvı yağ eklenerek santrifüj tüplerinin içine yerleştirilmiş ve ardından 20 dakika 3000 RFC'de santrifüj (SIGMA, D-37520 Osterde am Harz, Almanya) edilmiştir. Süpernatant uzaklaştırılmış, sediment ağırlığı tartılmıştır. YTK % (g/g) kuru bazda hesaplanmıştır (Bilgiçli, 2009).

Renk tayini

1x1x5 cm halinde hazırlanmış olan yarı mamül gölevez örnekleri yan yana dizilerek, farklı noktalardan renk tayini cihazı (Konica Minolta Chroma Meter CR-5, Konica Minolta Optics Inc., Japonya) ile ölçüm yapılmış, L* (açıklık-koyuluk), a* (yeşillik-kırmızılık), b* (sarılık-mavilik) ve ΔE* (toplam renk farkı) değerleri belirlenmiştir (Öner ve Walker, 2011). Renk tayini, örnekler son kızartma işleminden önce ve sonra uygulanmıştır.

Duyusal analiz

Duyusal analiz puanlama testi ile ürünlerin renk, gevreklik, sertlik, tat, koku, yağlılık oranı, ağızda kalan tadı beğenme derecesi, yabancı tat ve genel beğenisini 5 (çok iyi) - 4 (iyi) - 3 (normal) - 2 (kötü) - 1 (çok kötü) olarak değerlendirilmiştir (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2015). Sıralama testinde ise en çok beğenilen üründen en az beğenilene doğru ürünler arasında sıralama yapılmıştır.

Duyusal analize panelist olarak Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi (Antalya, Türkiye) lisans ve yüksek lisans öğrencileri, akademik ve idari personelinden oluşan 31 kişi katılmıştır. Panelistlere duyuusal analiz öncesinde sıcak servisin önemi anlatılmış ve üründe aranan özellikler ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır (Oner ve Wall, 2012). Donmuş yarı mamül 7 farklı göleveze ürünleri frita yağında sıcaklık kontrollü fritöz kullanılarak $180\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 7 dakika kızartılmıştır. Kızartma sonrasında 3 dakika içerisinde kapalı beyaz plastik kaplar içerisinde panelistlere sunulmuştur.

İstatistiksel analiz

Dondurulmuş kullanıma hazır göleveze ürünü analiz sonuçları ortalama \pm standart sapma olarak gösterilmiştir. Analizler 3 paralel olarak uygulanmıştır. SPSS (Statistics 22.0, New York, USA) paket programı ile tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır (Oner ve Walker, 2011). Ürünler arasındaki farklılığı belirlemek için Duncan çoklu sıralama testi (Duncan's Multiple Range Test) uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Gıdaların hasat edilmesi, işlenmesi, taşınması ve depolanması esnasında yetersiz önlemler alınması sonucu gıdalarda çeşitli küf ve mayalar oluşur ve bozulmalar meydana gelir. Bu sebepten küf analizi gıdaların raf ömrünün belirlenmesinde önemli faktörlerden biridir (Kaya ve Demirel Zorba, 2018). Ayrıca, küfün vücudumuzda çeşitli organlarda birikmesi gibi sağlığa olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, göleveze dilimleri sirkeli, limonlu ve sitrik asitli çözeltilerde 2 saat

bekletilip 2, 4 ve 6 dakika $85\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de haşlama işlemi ya da haşlama işlemi ve sonrasında $180\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 1 dakika ön kızartma uygulanarak, 18 kullanıma hazır göleveze örneği elde edilmiş, $-18\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 6 ay süre ile saklanmıştır. Saklama süresi sonrasında uygulanan küf analizi sonuçlarına göre haşlama işlemi $85\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 2 veya 4 dakika uygulanan ürünlerde küf belirlenmiştir. Bu sebeple 6 dakika haşlama işlemi uygulanan 6 kullanıma hazır dondurulmuş göleveze örneği (S6-H, S6-K, Li6-H, Li6-K, Lt6-H, Lt6-K) ile çalışmaya devam edilmiştir.

pH değerlerine bakıldığında, işlemsiz göleveze ürününün pH'sı 6.7 olarak belirlenirken, asitli çözeltilerde (pH:3) bekletilen kullanıma hazır dondurulmuş ürünlerin pH'sının 6.2 ile 6.4 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. İstatistiksel olarak işlemsiz ürün ile işlemden geçirilmiş ürünler arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<0.05$), bekletme çözeltilerinin kullanıma hazır dondurulmuş göleveze ürünlerinin asitlik oranını yükselttiği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Çizelge 2'de gösterildiği gibi, işlemsiz ürün ile sadece haşlama işlemi uygulanmış dondurulmuş ürünlerin (S6-H; Li6-H; Lt6-H) nem oranları arasında istatistiksel farkın anlamlı olmadığı ($p>0.05$) ancak haşlama işlemi sonrasında 1 dakika ön kızartma uygulanan ürünlerin (S6-K; Li6-K; Lt6-K) nem oranında düşüş gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Kızartma süresi arttıkça uzun süre ısı teması olan üründe, su buharlaşmasıyla nem oranının düştüğü belirlenmiştir (Açar, 2011). Ayrıca işlem sırasında sirkeli, limonlu ya da sitrik asitli çözeltide 2 saat bekletilmesi, kullanıma hazır dondurulmuş ürünlerin nem oranına etkisi olmamıştır. Çizelge 3'te gösterildiği gibi benzer nem oranı sonuçları $180\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 5, 7 ve 9 dakika son kızartma işleminden sonrada ortaya çıkmıştır.

Sirkeli, limonlu ya da sitrik asitli çözeltilerde bekletilen $85\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 6 dakika sadece haşlama işlemi (S6-H; Li6-H; Lt6-H) ya da haşlama işlemi sonrasında $180\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 1 dakika ön kızartma işlemi (S6-K; Li6-K; Lt6-K) uygulanan ürünlerin kül oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 2). Ancak yapılan bir çalışmada, kızartılmış göleveze ürünlerinde kül oranının yükseldiği belirlenmiştir (Ahromrit ve Nema, 2010). Benzer

sonuçlara limonlu çözeltide bekletilen ürünlerde rastlanmıştır (Çizelge 3). Son kızartma işlemi ($180\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 5, 7 ve 9 dakika) uygulanan ürünlerden, limonlu çözeltide bekletilip, haşlama işleminin ardından ön kızartma uygulananlarda kül oranı yüksek çıkmıştır ($p<0.05$). Ancak sirkeli ve sitrik asitli çözeltide bekletilen ürünlerin kül oranlarındaki farklılıklarının, bekletme çözeltilerinin ürün yapısına etkisi ile minerallerin çözeltide bekletme süresinde ya da kızartma sırasında yağa geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kullanıma hazır dondurulmuş gölevez ürünlerinin su tutma kapasitesinde, haşlama işlemi sonrasında ön kızartma uygulanan ürünler ile sadece haşlama işlemi uygulanan ürünler

kıyaslandığında, artış gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Ürünlerin su tutma kapasitesi arttıkça yağ tutma kapasitesinde azalma belirlenmiştir. Yağ tutma kapasitesi en yüksek olarak belirlenen dondurulmuş ürünler, %95.7 ile limonlu (Li6-H) ya da %96.39 ile sitrik asitli (Lt6-H) çözeltide bekletilen ve sadece haşlama işlemi uygulananlardır. En düşük yağ tutma kapasitesi %76.19 ile sirkeli çözeltide bekletilen ve sadece haşlama işlemi uygulanan üründür ve işlemsiz ürünün yağ tutma kapasitesi ile istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Çizelge 3'te gösterildiği gibi son kızartma işlemi $180\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 5, 7 ve 9 dakika uygulanan ürünlerde su tutma kapasitesi azaldıkça yağ tutma kapasitesi artmıştır.

Çizelge 2. Kullanıma hazır dondurulmuş gölevez ürünlerine uygulanan analiz sonuçları³

Tablo 2. Results of analysis for ready-to-use frozen taro products³

Ürünler ² Samples ²	Nem Oranı (%) Moisture Content (%)	Kül Oranı (%) Ash Content (%)	Su Tutma Kapasitesi (%) Water Retention Capacity (%)	Yağ Tutma Kapasitesi (%) Oil Holding Capacity (%)
İşlemsiz Ürün (Control) ¹	78.59±0.27 ^b	8.09±0.27 ^c	212.83±5.69 ^b	80.59±3.96 ^d
S6-H	79.48±0.97 ^b	6.97±0.97 ^{bc}	182.21±11.78 ^a	76.19±4.19 ^{cd}
S6-K	66.42±0.63 ^a	5.86±0.63 ^{ab}	246.96±15.13 ^c	35.10±3.56 ^a
Li6-H	76.60±0.47 ^b	5.81±0.47 ^{ab}	230.79±5.27 ^c	95.70±3.31 ^e
Li6-K	68.55±0.68 ^a	4.94±0.68 ^a	273.63±13.32 ^d	64.67±2.57 ^b
Lt6-H	79.46±1.18 ^b	6.98±1.18 ^{bc}	206.14±8.56 ^b	96.39±1.98 ^e
Lt6-K	64.65±0.43 ^a	4.57±0.43 ^a	259.00±3.77 ^{cd}	70.70±3.14 ^c

¹ Hiçbir işlem uygulanmamış, kontrol

²S:Sirkeli çözelti; Li:Limonlu çözelti; Lt:Sitrik asitli çözelti; H: Haşlama (Sadece haşlama işlemi uygulandığını); K: Ön kızartma (haşlama işlemi sonrasında ön kızartma işlemi uygulandığını); rakam haşlama süresini göstermektedir.

³Aynı sütun içerisinde belirtilen ortalama±standart sapma değerlerinde kullanılan farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

¹Sample with no treatment, control

²S: Vinegar solution; Li: Lemon solution; Lt: Citric acid solution; H: Blanching (application of only blanching); K: Par-frying (application of frying after blanching treatment); number indicates blanching time.

³Values, indicated with mean±standard deviation, in the same column followed by different letters significantly different ($p<0.05$).

Çizelge 3. Son kızartma işlemi uygulanan kullanıma hazır dondurulmuş gölevez ürünlerinin analiz sonuçları³
 Table 3. Results of analysis for ready-to-use frozen taro products after finish frying process³

Kızartma Süresi (dk) <i>Deep-fat Frying Time (min)</i>	Ürünler ² <i>Samples²</i>	Nem Oranı (%) <i>Moisture content (%)</i>	Kül Oranı (%) <i>Ash content (%)</i>	Su Tutma Kapasitesi (%) <i>Water Retention Capacity (%)</i>	Yağ Tutma Kapasitesi (%) <i>Oil Holding Capacity (%)</i>
5	İşlemsiz Ürün (<i>Control</i>) ¹	43.69±2.58 ^c	6.05±0.04 ^e	283.17±2.02 ^c	47.69±2.76 ^{bc}
	S6-H	53.60±3.51 ^d	3.25±0.23 ^a	274.99±2.04 ^c	36.03±2.35 ^a
	S6-K	43.58±2.14 ^c	4.70±0.50 ^c	143.46±6.10 ^a	49.51±2.64 ^c
	Li6-H	52.64±1.83 ^d	3.95±0.49 ^b	293.38±5.56 ^d	44.62±3.64 ^b
	Li6-K	38.19±1.57 ^b	5.29±0.52 ^d	200.16±4.31 ^b	65.57±1.82 ^d
	Lt6-H	43.01±1.60 ^c	5.10±0.26 ^{cd}	295.68±7.94 ^d	64.07±1.82 ^d
	Lt6-K	33.55±2.91 ^a	3.80±0.64 ^b	204.28±1.85 ^b	80.93±1.36 ^e
7	İşlemsiz Ürün (<i>Control</i>)	31.45±3.10 ^b	5.48±0.03 ^e	286.52±0.82 ^e	57.04±2.38 ^c
	S6-H	42.88±0.60 ^e	3.98±0.24 ^c	289.34±4.21 ^e	40.84±3.47 ^a
	S6-K	34.17±0.66 ^c	3.28±0.17 ^a	156.78±3.97 ^a	47.93±2.80 ^b
	Li6-H	38.52±1.15 ^d	3.47±0.24 ^{ab}	287.78±5.02 ^e	48.59±4.83 ^b
	Li6-K	32.92±0.70 ^{bc}	4.74±0.02 ^d	224.83±3.19 ^c	63.20±1.69 ^c
	Lt6-H	26.86±1.27 ^a	3.55±0.22 ^{ab}	266.35±7.51 ^d	75.55±1.90 ^d
	Lt6-K	27.60±0.11 ^a	3.59±0.41 ^b	207.45±3.72 ^b	75.91±5.65 ^d
9	İşlemsiz Ürün (<i>Control</i>)	26.47±0.21 ^c	4.34±0.35 ^c	290.55±1.28 ^d	61.38±1.59 ^c
	S6-H	39.56±1.16 ^d	5.18±0.47 ^d	296.36±4.02 ^e	43.89±4.26 ^a
	S6-K	27.52±0.32 ^c	3.48±0.23 ^b	189.74±7.02 ^a	45.42±2.04 ^a
	Li6-H	27.70±0.91 ^c	3.13±0.18 ^{ab}	285.93±3.41 ^d	48.02±1.78 ^{ab}
	Li6-K	24.52±0.24 ^b	4.15±0.42 ^c	240.83±4.08 ^c	51.41±2.73 ^b
	Lt6-H	21.25±0.70 ^a	3.02±0.01 ^a	220.07±5.92 ^b	65.88±2.42 ^d
	Lt6-K	21.10±3.27 ^a	3.16±0.11 ^{ab}	220.57±3.95 ^b	83.42±2.47 ^c

¹Hiçbir işlem uygulanmamış, kontrol

²S: Sirkeli çözelti; Li: Limonlu çözelti; Lt: Sitrik asitli çözelti; H: Haşlama (Sadece haşlama işlemi uygulandığını); K: Ön kızartma (haşlama işlemi sonrasında ön kızartma işlemi uygulandığını); rakam haşlama süresini göstermektedir.

³Aynı sütun ve aynı son kızartma süreleri satırı içerisinde belirtilen ortalama±standart sapma değerlerinde kullanılan farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

¹Sample with no treatment, control

²S: Vinegar solution; Li: Lemon solution; Lt: Citric acid solution; H: Blanching (application of only blanching); K: Par-frying (application of frying after blanching treatment); number indicates blanching time.

³Values, indicated with mean±standard deviation, in the same column followed by different letters significantly different (p<0.05).

Gıdalarda renk, kaliteyi ve albenisini belirleyen önemli bir faktördür. CIE renk sisteminde L* (açıklık-koyuluk), a* (kırmızılık-yeşillik) ve b* (sarılık-mavilik) değerleri ile ürünlerin renk özellikleri ifade edilir (Gamalı, 2015). Çizelge 4'te gösterilen kullanıma hazır dondurulmuş gölevez ürünlerinin L* renk değerleri incelendiğinde sadece haşlama işlemi uygulanmış ürünler (S6-H; Li6-H; Lt6-H) ile işlemsiz ürünün en açık renge sahip olduğu ve aralarında istatistiksel olarak fark olmadığı belirlenmiştir (p>0.05). Ön kızartma işlemi uygulanan ürünlerde (S6-K; Li6-K; Lt6-K), Maillard reaksiyonunun etkisi (Fennema, 1996) ile L* değerinde azalma, dolayısıyla renkte koyulaşma gözlemlenmiştir. Patates ile gölevez ürünlerinin renk değerleri karşılaştırıldığında, patates renginin

gölevez ürünlerinden koyu olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Benzer şekilde patatesin a*, b* ve ΔE* değerleri gölevez ürünlerinden istatistiksel olarak farklılık göstermiş, patateste gölevez ürünlerine göre daha sarımsı ve yüksek toplam renk farkı belirlenmiştir. Son kızartma işlemi 180±1°C'de 5, 7 ve 9 dakika uygulanan gölevez ürünlerinde genel olarak ön kızartma işlemi uygulandığı zaman L* değerinde artış dolayısıyla renkte koyulaşma, a* ve b* değerlerinde düşme böylece sarımsı renkte azalma gözlemlenmiştir (Çizelge 5). Yapılan bir çalışmada, dondurulmuş Okinawa türü tatlı patates üretimi için uygulanan ön kızartma işleminin renkte koyulaşmaya sebep olduğu belirlenmiştir (Oner ve Wall, 2012).

Çizelge 4. Kullanıma hazır dondurulmuş gölevez ürünleri renk değerleri³
Table 4. Color values of ready-to-use frozen taro products³

Ürün Kodu ² Product Code ²	L*	a*	b*	ΔE*
Patates (Potato)	63.00±1.23 ^a	-4.98±0.37 ^a	20.33±1.83 ^d	34,88±2.41 ^e
İşlemsiz Ürün (Control) ¹	80.74±2.52 ^{de}	-2.71±0.55 ^{bc}	10.08±0.59 ^c	14.31±2.13 ^{ab}
S6-H	81.96±3.42 ^e	-2.86±0.33 ^b	9.33±0.59 ^{bc}	12.96±2.98 ^a
S6-K	74.27±0.51 ^c	-2.66±0.08 ^{bc}	8.26±0.04 ^{abc}	19.86±0.50 ^c
Li6-H	79.18±0.29 ^d	-2.66±0.16 ^{bc}	8.25±0.28 ^{abc}	15.12±0.32 ^b
Li6-K	71.91±1.15 ^b	-2.90±0.20 ^b	7.38±1.03 ^{ab}	22.08±0.96 ^d
Lt6-H	80.94±0.51 ^{de}	-2.21±0.01 ^d	6.95±2.24 ^a	13.41±0.56 ^{ab}
Lt6-K	73.91±0.26 ^c	-2.42±0.03 ^{cd}	7.55±1.52 ^{ab}	20.12±0.00 ^c

¹Hiçbir işlem uygulanmamış, kontrol

²S: Sirkeli çözelti; Li: Limonlu çözelti; Lt: Sitrik asitli çözelti; H: Haşlama (Sadece haşlama işlemi uygulandığını); K: Ön kızartma (haşlama işlemi sonrasında ön kızartma işlemi uygulandığını); rakam haşlama süresini göstermektedir.

³Aynı sütun içerisinde belirtilen ortalama±standart sapma değerlerinde kullanılan farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

¹Sample with no treatment, control

²S: Vinegar solution; Li: Lemon solution; Lt: Citric acid solution; H: Blanching (application of only blanching); K: Par-frying (application of frying after blanching treatment); number indicates blanching time.

³Values, indicated with mean±standard deviation, in the same column followed by different letters significantly different (p<0.05).

Çizelge 5. Son kızartma işlemi uygulanan kullanıma hazır dondurulmuş gölevez ürünlerinin renk analizi sonuçları³
Table 5. Color values of ready-to-use frozen taro products after finish frying³

Kızartma Süresi (dk) Finish Frying Time (min)	Ürün Kodu ² Sample Code ²	L*	a*	b*	ΔE*
5	Patates (Potato)	65.02±1.52 ^{bc}	-2.13±0.66 ^a	24.97±1.63 ^{cd}	35.32±0.34 ^{cde}
	İşlemsiz Ürün (Control) ¹	61.02±1.37 ^a	1.28±0.68 ^d	22.51±2.36 ^a	37.38±0.04 ^e
	S6-H	69.48±2.87 ^d	0.16±0.78 ^{bcd}	23.48±0.29 ^{abc}	30.81±2.44 ^a
	S6-K	66.42±2.28 ^c	-0.67±0.33 ^b	22.02±0.26 ^a	32.41±2.05 ^{ab}
	Li6-H	64.12±1.37 ^b	3.61±0.18 ^e	25.55±1.79 ^d	36.55±0.09 ^{de}
	Li6-K	62.01±0.96 ^a	0.02±0.55 ^{bc}	22.68±0.50 ^{ab}	36.52±0.59 ^{de}
	Lt6-H	65.78±0.83 ^{bc}	2.91±0.43 ^e	24.95±0.46 ^{cd}	34.76±0.44 ^{cd}
	Lt6-K	65.79±0.02 ^{bc}	0.67±1.25 ^{cd}	24.37±1.01 ^{bcd}	34.30±0.66 ^{bc}
7	Patates (Potato)	62.90±1.80 ^{bc}	1.14±0.83 ^a	27.57±0.50 ^d	38.54±1.18 ^{cde}
	İşlemsiz Ürün (Control)	61.00±2.15 ^b	4.68±0.22 ^d	27.04±1.45 ^d	40.09±0.88 ^{de}
	S6-H	63.25±2.84 ^{bc}	3.51±1.10 ^c	26.42±0.39 ^{cd}	37.66±2.63 ^{bc}
	S6-K	66.22±0.04 ^d	1.65±0.18 ^{ab}	27.24±1.17 ^d	35.73±0.78 ^b
	Li6-H	64.23±0.15 ^{cd}	0.90±0.02 ^a	19.94±1.53 ^a	33.30±0.87 ^a
	Li6-K	58.52±0.24 ^a	2.04±0.19 ^{ab}	24.05±0.76 ^b	40.32±0.13 ^e
	Lt6-H	63.55±1.33 ^{bc}	3.47±0.07 ^c	26.90±0.44 ^d	37.77±0.81 ^{bcd}
	Lt6-K	61.98±2.14 ^{bc}	2.36±1.78 ^{bc}	24.97±1.71 ^{bc}	37.84±2.84 ^{bcd}
9	Patates (Potato)	57.31±1.30 ^{ab}	1.62±0.58 ^a	26.20±0.42 ^{bcd}	42.46±1.30 ^b
	İşlemsiz Ürün (Control)	56.70±0.24 ^a	7.58±2.00 ^e	27.33±1.52 ^{cd}	44.21±1.33 ^b
	S6-H	60.72±2.33 ^{bcd}	3.92±1.81 ^{bcd}	24.33±1.93 ^{ab}	38.77±3.26 ^a
	S6-K	61.18±2.50 ^{cd}	2.35±0.21 ^{ab}	25.98±1.36 ^{abcd}	39.12±1.31 ^a
	Li6-H	58.29±1.76 ^{abc}	5.25±0.85 ^d	25.45±0.14 ^{abc}	41.55±1.72 ^{ab}
	Li6-K	58.94±5.76 ^{abc}	3.04±0.92 ^{abc}	26.39±1.81 ^{cd}	41.34±3.94 ^{ab}
	Lt6-H	62.94±2.60 ^d	3.79±0.43 ^{bcd}	27.64±0.84 ^d	38.74±1.59 ^a
	Lt6-K	55.79±1.58 ^a	4.31±0.55 ^{cd}	24.12±0.54 ^a	42.94±1.20 ^b

¹Hiçbir işlem uygulanmamış, kontrol

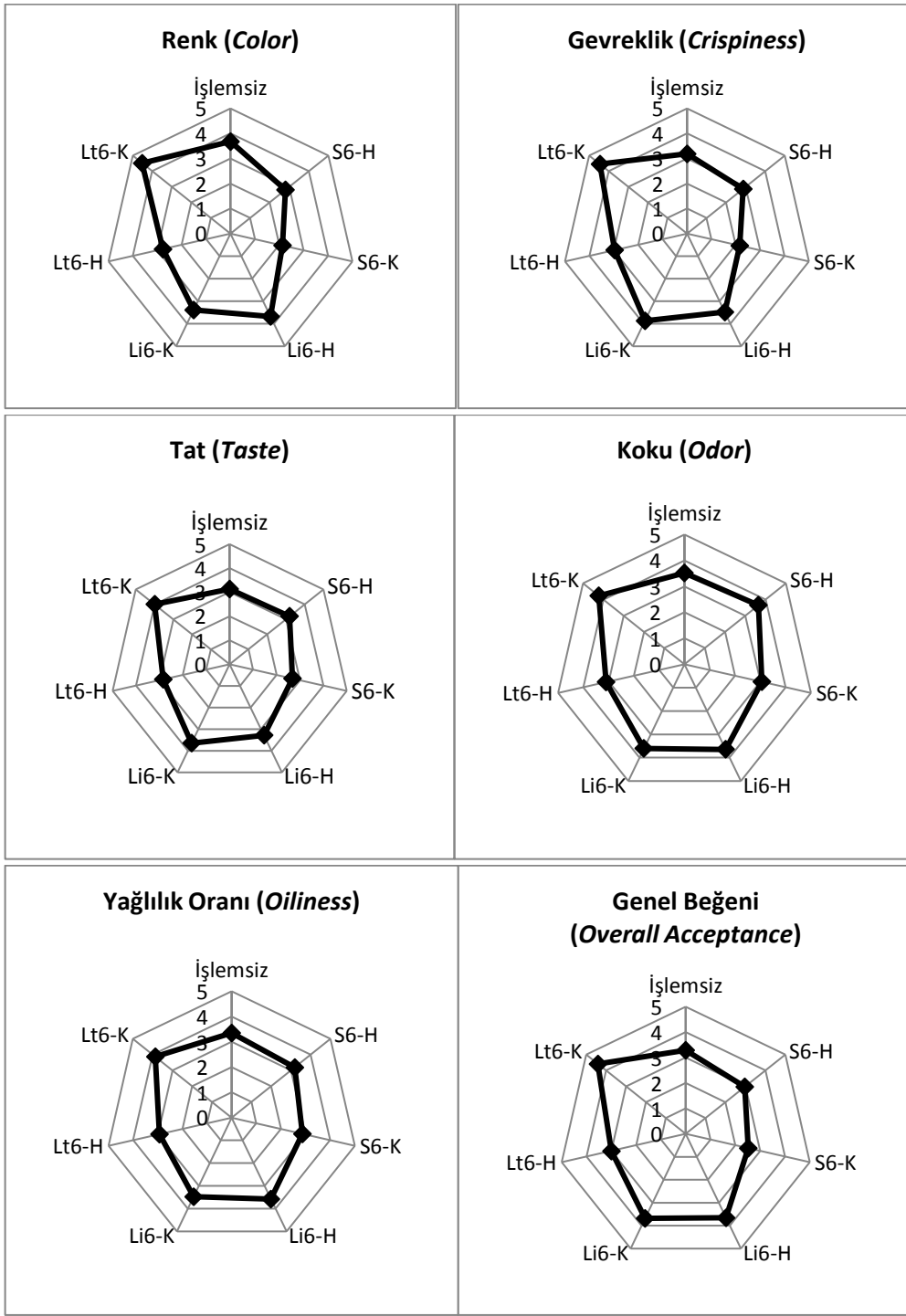
²S: Sirkeli çözelti; Li: Limonlu çözelti; Lt: Sitrik asitli çözelti; H: Haşlama (Sadece haşlama işlemi uygulandığını); K: Ön kızartma (haşlama işlemi sonrasında ön kızartma işlemi uygulandığını); rakam haşlama süresini göstermektedir.

³Aynı sütun ve aynı son kızartma süreleri satırı içerisinde belirtilen ortalama±standart sapma değerlerinde kullanılan farklı harfler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

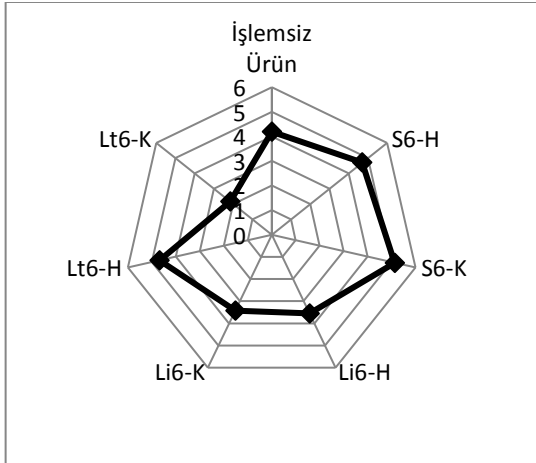
¹Sample with no treatment, control

²S: Vinegar solution; Li: Lemon solution; Lt: Citric acid solution; H: Blanching (application of only blanching); K: Par-frying (application of frying after blanching treatment); number indicates blanching time.

³Values, indicated with mean±standard deviation, in the same column followed by different letters significantly different (p<0.05).



Şekil 1. Gölevez ürünlerine uygulanan duyu analizi puanlama testi
Figure 1. Sensory evaluation hedonic scale rating test for taro products



Şekil 2. Gölevez ürünlerine uygulanan duyu analizi sıralama testi
Figure 2. Sensory evaluation ranking test for taro products

Duyusal analiz gıdaların farklı karakteristik özelliklerine karşı görme, işitme, tatma, dokunma ve koklama duyuları sonucunda oluşan tepkileri analiz eden ve yorumlayan bir disiplindir (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2015). Bu çalışmada gölevez ürünlerine uygulanan farklı çözeltilerde bekletme, haşlama, ön kızartma gibi işlemlerin tüketici algısına etkisinin belirlenmesi amacıyla puanlama ve sıralama testleri yapılmıştır. Son kızartma işlemi $180 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 7 dakika uygulanan 6 farklı işlemden geçirilmiş (S6-H; S6-K; Li6-H; Li6-K; Lt6-H; Lt6-K) ve işlemsiz gölevez ürünü renk, gevreklik, sertlik, tat, koku ve yağlılık oranı yönünden değerlendirilmiştir. Şekil 1'de gösterildiği gibi genel beğeni verilerine göre haşlama işlemi sonrasında ön kızartma uygulanan ürünlerden sitrik asitli çözeltide bekletilen Lt6-K en çok beğenilen, sirkeli çözeltide bekletilen S6-K ise en az beğenilen ürün olmuştur. Yağ tutma kapasitesi en yüksek olan sitrik asitli çözeltide bekletilen ürünlerden Lt6-K, duyusal analiz sonuçlarına göre gevreklik ve yağlılık oranında en yüksek puanı almıştır. Yağ oranı yüksek olan kızartılmış patates türü ürünler tat yönünden en çok beğenilmektedir. Okinawa türü mor renkli kızartılmış tatlı patateslerde benzer sonuç elde edilmiştir (Oner ve Wall, 2012). Sıralama testine göre gölevez ürünleri en çok beğenilenden en az beğenilene Lt6-K, Li6-K, Li6-H, işlemsiz (kontrol), Lt6-H, S6-H, S6-K olarak sıralanmaktadır (Şekil 2). Genel olarak sitrik asitli ve limonlu çözeltide bekletilen ve ön kızartma uygulanan ürünler beğenilirken, sirkeli çözeltide bekletilen ürünler beğenilmemiştir.

Sonuçlar

Kullanıma hazır dondurulmuş gölevez ürünlerinde en yüksek nem oranı sirkeli çözeltide bekletilen ve sadece haşlama işlemi uygulanan S6-H ürünüdedir. Son kızartma işlemi sonrasında ürünlerin nem oranlarında azalma belirlenmiştir. Kızartılmış ürünlerdeki kül oranı %3.02 ile %6.05 arasında değişmektedir. Ayrıca ürünlerdeki su tutma kapasitesi azaldıkça yağ tutma kapasitesinin arttığı gözlemlenmiştir. Son kızartma süresine bağlı olarak ürünlerin L^* değerinde azalma, a^* ve b^*

değerlerinde artma böylece ürün renginde koyulaşmanın yanı sıra kırmızılık ve sarılık olduğu belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre sitrik asitli çözeltide bekletilen ve haşlama işlemi sonrasında ön kızartma uygulanan Lt6-K ürünü genel olarak en çok tercih edilen ürün olmuştur.

Ekler

Bu makale Erman Baş'ın *Gölevezden Yarı Mamül Ürün Geliştirme Üzerine Bir Araştırma* başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Açar, M. (2011). *Kızartılmış patateslerde kızartma sayısının ve süresinin kızartma yağı ve patatesteki yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Ahromrit, A. & Nema, P.K. (2010). Heat and mass transfer in deep-frying of pumpkin, sweet potato and taro. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 632-637.
- Akgül, C., Ünver Alçay, A. & Can, N. (2017). Gölevezin beslenmede kullanımı ve sağlık üzerine etkisi. *Aydın Gastronomy*, 1(2), 51-56.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1997). *International official methods of analysis*. 16th Edition, Arlington, VA, USA.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2005). *Ash of flour, official method 923.03*. Gaithersburg, MD, USA.
- Agbor-Egbe, T. & Rickard, J.E. (1991). Studyon the factors affecting storage of edible aroids. *Annals of Applied Biology*, 119(1), 121-130.
- Altuğ Onoğur, T. & Elmacı, Y. (2015). Gıdalarda duyusal değerlendirme. Sidas Yayınları, İzmir.
- Arnaud-Vinas, M.D.R. & Klaus, L. (1999). Pasta products containing taro (*colocasia esculenta* l. schott) and chaya (*cnidoscolus chayamansa* l. mcvaugh). *Journal of Food Processing Preservation*, 23(1), 1-20.
- Bahado-Singh, P.S., Wheatley, A.O., Ahmad, M.H., Morrison, E.Y. & Asemota, H.N. (2006). Food processing methods influence the glycaemic indices of some commonly eaten West Indian carbohydrate-rich foods. *British Journal of Nutrition*, 96(3), 476-481.
- Bilgiçli, N. (2009). Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie – Food Science and Technology*, 42(2), 514-518.

- Demiray, E. & Tülek, Y. (2010). Donmuş muhafaza sırasında meyve ve sebzelerde oluşan kalite değişimleri. *Akademik Gıda*, 8(2), 36-44.
- Fennema, O.R. (1996). *Food Chemistry*. Marcel Dekker Inc., New York, NY, s.1067.
- Foster-Powell, K., Holt, S.H.A. & Brand-Miller, J.C. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(1), 5-56.
- Gamlı, Ö.F. (2015). Laboratuvar teknikleri ve temel gıda analizleri. Dora Yayıncılık, Bursa.
- Göhl, B. (1981). Tropical feeds: Feed information summaries and nutritive values. Food and Agriculture Organization Animal Productions and Health Series No.12.
- Gündüz, O. & Emir, M. (2014). Dondurulmuş gıda tüketimini etkileyen faktörlerin analizi: Samsun ili örneği. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(3), 15-24.
- Hayta, M., Alpaslan, M. & Baysar, A. (2002). Effect of drying methods on functional properties of tarhana: A wheat flour yoghurt mixture. *Journal of Food Science*, 67(2), 740-744.
- ITO (İstanbul Ticaret Odası) (2003). Dondurulmuş gıda sektör raporu. İstanbul ticaret odası etüt ve araştırma şubesi. <https://www.yumpu.com/tr/document/read/23585121/dondurulmus-gda-sektor-raporu-2003-ito> (Erişim tarihi; 19.06.2019).
- Kaya, B. & Demirel Zorba, N.N. (2018). Farklı su aktivitesine sahip çeşitli gıdalarda küf ve maya yükünün belirlenmesi için kullanılan DRBC Agar ve DG18 Agar besiyerlerinin etkinliğinin karşılaştırılması. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2), 206-214.
- Külekcı, M., Topaloğlu, A. & Aksoy, A. (2006). Dondurulmuş gıda tüketimini etkileyen sosyo-ekonomik özelliklerin belirlenmesi; erzurum ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, 37(1), 91-101.
- Oner, M.E. & Walker, P.N. (2011). Effect of processing and packaging conditions on quality of refrigerated potato strips. *Journal of Food Science*, 76(1), S35-S40.
- Oner, M.E. & Wall, M.M. (2012). Processing conditions for producing french fries from purple-fleshed sweet potatoes. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 55(6), 2285-2291.
- Palaniswami, M.S. & Peter, K.V. (2008). Tuber and root crops. Horticulture science series Vol. 09. New India Publishing Agency, New Delhi, India
- Sarıkaya, N. & Korkmaz, N. (2012). Kültürel farklılıkların dondurulmuş gıda tüketim kalıplarına etkisi: Polonya-Türkiye karşılaştırması. *Tüketici ve Tüketim Araştırmaları* 4(1), 47-79.
- Sefa-Dedeh, S. & Agyir-Sackey, K.E. (2004). Chemical composition and the effect of processing on oxalate content of cocoyam *xanthosoma sagittifolium* and *colocasia esculenta* cormels. *Food Chemistry*, 85(4), 479-487.
- Simsek, S. & El, S.N. (2015). In vitro starch digestibility, estimated glycemic index and antioxidant potential of taro (*colocasia esculenta* l. schott) corm. *Food Chemistry*, 168, 257-261.
- Şen, M., Akgül, A. & Özcan, M. (2001). Gölevez [*colocasia esculenta* (l.) schott] yumrusunun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kızartma ve püreye işlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 25, 427-432.
- USDA (United States Department of Agriculture), (2017). Nutrient database for standard reference. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list> (Erişim tarihi; 24.08.2017)
- Uylaşer, V. & Başoğlu, F. (2014). Temel gıda analizleri. 2.baskı, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Yemenicioğlu, A., Özkan, M. & Cemerioğlu, B. (1999). Some characteristics of polyphenol oxidase and peroxidase from taro (*colocasia antiquorum*). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 425-430.



Modelling the link between soil erosion and arable crop farmers income in Delta State, Nigeria

Nijerya, Delta Eyaletinde toprak erozyonu ile tarla bitkileri çiftçileri gelirleri arasındaki bağlantıyı modellemek

Theophilus Miebi GBIGBI^{1*} 

¹Department of Agricultural Economics and Extension Delta State University Asaba Campus, Asaba

To cite this article:

Gbigbi, T.M. (2020). Modelling the link between soil erosion and arable crop farmers income in Delta State, Nigeria. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 185-194.
DOI: 10.29050/harranziraat.614571

Address for Correspondence:

Theophilus Miebi GBIGBI

e-mail:

gbigbitheophilusmiebi@yahoo.com

Received Date:

03.09.2019

Accepted Date:

15.05.2020

© 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 study aimed at analyzing the link between soil erosion and income of arable crop farmers in Delta State, Nigeria. A multistage sampling procedure was used. A survey of one hundred and eighty farmers was erratically chosen with a structured questionnaire. The analytical tools used were descriptive statistics and regression model. The results showed that widely held respondents were male. The educational level of respondents was low. The mean farming experience of respondents was 12 years with a mean age of 47 years. The mean family size was 6 persons with a mean farm size of 1.55ha. The most prevalent soil erosion types were gully, rill and sheet erosion. The majority of respondents reported a high level of soil erosion. The most widely used soil erosion resilience measures were mulching, planting of trees, terracing and contour and strip cropping. The major perceived effects of soil erosion were reduction of arable land, loss in productivity of cropping lands, and drop in output. The parameters that affect the income of respondents were drop in output, reduction of arable land, high input, and management, loss of productivity of cropping land, labor shifting out of agriculture and submerges of fertile arable land. The factors that influence the adoption of resilience measures were age, education, household size, farm size, income, extension visit, and farming experience. It is recommended that the Government should enact policies to discourage bush burning, deforestation, and excavation on the farming environment.

Key Words: Arable crop farmers, Adoption, Income, Resilience measures, Soil erosion

Öz

Bu çalışmada, Nijerya'nın Delta Eyaletindeki toprak erozyonu ile yörelin sulanabilir tarım arazilerinde faaliyet gösteren üreticilerin geliri arasındaki bağlantının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çok aşamalı bir örnekleme prosedürü dikkate alınmıştır. Tamamen tesadüfi 180 çiftçiyle yapılan bir anket çalışmasıyla yapılandırılan bu çalışmada kullanılan istatistik analiz yöntemleri; betimleyici istatistikler ve regresyon modelidir. Çoğunluğunun erkek deneklerden oluştuğu bu çalışmada katılımcıların eğitim düzeylerinin düşük olduğunu görmekteyiz. Katılımcıların ortalama tarım deneyimi 12 yıl olup, ortalama yaşları ise 47'dir. Ortalama aile büyüklüğünün 6 bireyden oluştuğu bu hanelerin işlediği arazi genişliği ortalama 1.55 hektardır. Araştırmanın sonuçlarına göre bölgede rastlanan en yaygın toprak erozyonu türleri yüzey, parmak (oluk) ve oyuntu (sel yarıntısı) erozyonudur. Katılımcıların çoğunluğu yüksek düzeyde toprak erozyonu bildirmiştir. En yaygın olarak kullanılan toprak erozyonu önleme yöntemleri ise, malçlama, ağaç dikme, teraslama ve kontur ve şerit usulü ekim yöntemleridir. Toprak erozyonunun algılanan başlıca etkileri, ekilebilir arazi miktarındaki azalma, ekim alanlarındaki verimlilik kayıpları ve üretim miktarındaki düşüştür. Katılımcıların gelirlerini etkileyen başlıca parametreler, üretimin ekilebilir arazilerdeki azalmadan kaynaklı olarak düşmesi, yüksek girdi ve yönetim maliyeti, ekim alanlarındaki verimlilik kaybı, tarımdan çıkarılan işgücü ve verimli sulanabilir tarım arazilerinin amaç dışı kullanımınıdır. Erozyona karşı önlemlerin benimsenmesini etkileyen faktörler yaş, eğitim, hane halkı büyüklüğü, arazi genişliği, tarımsal gelir, yayım ziyareti ve çiftçilik deneyimidir. Bu çerçevede hükümetin, çalı yakılması yoluyla ormansızlaşmanın önünü keserek, tarımsal arazilerde kazıları caydırmak için politikalar çıkarması tavsiye edilir.

Anahtar Kelimeler: Ekilebilir tarım çiftçileri, Adaptasyon, Gelir, Dayanıklılık ölçüleri, Toprak erozyonu

Introduction

Soil erosion is common in all areas of the world, but developing countries suffer more because of the inability of their farming populations to replace lost soils and nutrients (Ajayi and Banmeke, 2009; Mohamed, 2015). Phatak et al., (2002) and Humberto and Lal, (2008) opined that globally it has been estimated that about 1.1 billion hectares of land are affected by soil erosion, with annual global loss of agricultural land due to erosion estimated at 3 million hectares (Woreka, 2004 as cited by Igwe et al., 2017). Behera and Panda (2009) stated that it is impossible to achieve food security without overcoming the problem of nutrient depletion. Francis (2012) asserted that soil erosion results in infertility and lead to desertification and devastating flooding. Soil erosion impacts negatively on crop productivity and environmental quality and depresses the socio-economic status of lithosphere; it is therefore a threat to the landowners' livelihoods as well as the overall health of an ecosystem (Egbai et al., 2012).

Soil erosion posed a serious threat to natural resources and the environment according to (Rahman et al., 2009; Ume et al., 2014). Soil erosion diminishes the productivity of agricultural and forest ecosystem (Pimentel, 2006). Similarly, Quinton (2014) opined that soil erosion is a universally momentous environmental procedure which vitiates the soil we depend on for food, fuel, clean water, carbon storage and substrates for infrastructural development.

Globally, about 80% of the contemporary degradation of agricultural land is triggered by soil erosion (Angima, Scott, O'neil, Ong and Weesies, 2003). All forms of modern day development efforts caused environmental degradation in addition to traditional practices. According to (Fakoya, 2011; Egede 2013) man's activities such human factors include overgrazing, excessive farm activities, tillage, clearing of bushes, extractive industries, road construction, bush burning, over-population, lumbering,

residential buildings, development of urban centers, industrialization, fumigation with pesticides, mining (open cast and soil excavation) etc. have caused soil erosion in many parts of the world and Nigeria in particular. Man, through his economic and social activities, has changed the nature of the environment consciously and unconsciously and each of these activities has one effect or the other on agricultural systems. Soil erosion is a severe ecological, pecuniary and societal challenge which not only originate stark land degradation and soil productivity loss but likewise threatens the constancy and health of the social order in general and sustainable development of rural area in particular (Zheng et al., 2004). Eze and Osahon (2016) identified mixed cropping, strip cropping and tie ridging as the most used soil erosion controlled techniques in Southeast, Nigeria. The findings of Tesfaye and Kasahun (2015) in Oromia, Ethiopia recognized crop rotation, compost, animal manure and intercropping as soil erosion control methods. Dimelu, Ogbonna and Enwelu (2013) studied the soil erosion conservation practices in Enugu, and the results showed that the soil conservation techniques used as adaptive measures were crop rotation, mulching, liming, contour bonds and terracing. They noted that the farmers that practiced crop rotation and mulching had a significant increase in their crop yield and this conservation practice was encouraged for increased production, income for farmers and enhanced food security for the nation. In a study conducted in Kogi by Onu and Mohamed (2014) on soil erosion prevention and control, it was revealed that mulching, cover cropping, strip cropping and contour bonding were the local controls for soil erosion. In a study by Eze and Mbah (2013) on constraints to soil erosion control methods in Anambra State Nigeria, it was revealed that the main adaptive control measures by the farmers were strip cropping and making ridges across the slope. None of these studies was conducted in Delta State.

No soil erosion effect on income of arable crop farmers related study has been conducted in this

area before now. Lack of up-to-date data restrict the application of some empirical and process-based models. Another drawback is that most soil erosion research do not take into consideration the socioeconomic factors of soil erosion menace.

In this regard, the coping strategies used by farmers to survive the consequence of soil erosion to generate income need to be known in order to help them develop better strategies to strengthen the use of the ones already in use.

The loss of arable land, destruction of crops and siltation of soil, thus reducing soil fertility will definitely lead to poor harvest which will affect the income of arable crop farmers. Therefore, this study find out the effect of soil erosion on the income of arable crop farmers. This research answers the following questions;

- i. What are the socioeconomic characteristics of the respondents?
- ii. What are the types of soil erosion experienced?
- iii. What is the level of seriousness of the soil erosion?
- iv. What is the degree of soil erosion menace parameters on the income of arable crop farmers?
- v. What are the resilience measures adopted by the farmers?
- vi. Is there any relationship between resilience measures adopted by the farmers and socioeconomic characteristics?

The result of the study will be a useful guide in the development and policy making with regards to sustainable soil conservation strategies for realization of sufficient income. It will be useful for other part of the country that are highly vulnerable to soil erosion. It will be useful for policy makers in design and implementation of policies issues on welfare of the arable crop farmers.

Objective of the study

The main objective of the study was to determine the effect of soil erosion on arable crop farmers' income in Delta State, Nigeria. The specific objectives were to:

- i. describes the socio-economic characteristics of the farmers.
- ii. identify types of soil erosion experienced
- iii. identify level of seriousness of soil erosion
- iv. assess the degree of soil erosion menace parameters on the income of arable crop farmers
- v. ascertains the level of perceived effect of soil erosion among the farmers.
- vi. identify resilience measures adopted by the farmers
- vii. examine the relationship between resilience measures adopted by the farmers and socioeconomic characteristics

Hypotheses

The following hypotheses were tested.

Ho1: There is no significant relationship between soil erosion menace parameters and income of arable crop farmers

Ho2: There is no significant relationship of the influence of socioeconomic attributes of farmers on adoption of soil erosion resilience measures

Materials and Methods

The study was investigated in Delta State The state sandwiched between longitude 5°00 and 6° 45E and latitude 5° 00N and 6° 30°N. Delta State is shared into (3) three Agricultural zones namely Delta North, Delta South, and Delta Central Agricultural zone.

It is circumscribed in the North by Edo State, in the East by Anambra State, in the South-East by Bayelsa State and on the Southern flank is the Bight of Benin. The state has land mass of 18,050km² with a total population of about 4,098,391 people (National Population Commission, 2006). The vegetation of the state varies from one ecological zone to the other. It is mangrove swamp along the coast in the Southern part of the state to ever green forest in the central parts and Savannah in some part of the Northern ecological zones. Delta State has a tropical climate marked by two distinctive seasons. The dry season occurs between December and April. The rainy season happens

between May to November with a short-lived dry period in August, "known as August break". The average rainfall is about 266.5cm in the coasted areas and 190.5cm in the Northern part with the heaviest rainfall in the month of July. The daily temperature ranges from 20°C to 34°C with an average of about 30°C. The major crops grown include tree crops such as rubber, oil palm, tuber crops such as cassava, yam, melon, groundnut, plantain, cocoyam, pepper, pineapple, oranges and maize.

Sampling procedure and sample size

The sampling procedure for the study involved both purposive and random sampling. Firstly, two local government areas were carefully chosen from each agricultural zone. This gave a total of six LGAs. The LGAs were Ika South, Oshimili south, Ughelli north, Udu, Isoko north and Bomadi. Secondly, two communities each were randomly picked from the LGAs totally 12 communities. The list of all arable crop farmers was compiled for each of the handpicked communities to form the sample frame. Thirdly, 15 respondents were randomly selected totally 180 farmers. Primary data were collected using structured questionnaires.

Method of data analysis

Descriptive and inferential statistics were used for the data analysis. Objective (i), (ii) and (vi) was realized with descriptive statistics. Objective (iii) was achieved with 3-point Likert scale (highly severe =3, severe=2 and not severe=1).

The level of adoption of soil erosion resilience measures by the farmers was measured using Likert's scale. The hypothesis 2 was analyzed with the use of multiple regression. Objective (v) was achieved with 4-point Likert's scale calibrated as follows: very high (VH) = 4; high (H) = 3; fairly high (FA) = 2; and not high (NH) = 1 to ascertain the level of perceived effect of soil erosion among the farmers. Objective (iv) assess the degree of soil erosion menace parameters on the income of arable crop farmers was achieved with multiple

regression analysis. The model is implicitly specified as follows:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_n + e)$$

where:

Y = Income of respondent (₦)

X₁ = Drop in output

X₂ = Reduction of arable land

X₃ = Require high input and management

X₄ = Loss in productivity of cropping land

X₅ = Reduction in fallow period

X₆ = Labor shifting out of agriculture

X₇ = Submerges of fertile arable lands

Objective (vii) examine the relationship between resilience measures adopted by the farmers and socioeconomic characteristics was achieved with regression model.

The regression model was implicitly specified as follows:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_n + e)$$

where:

Y = adoption level of soil erosion resilience measures

X₁ = formal education (years)

X₂ = age of respondent (years)

X₃ = extension visits (number of times by extension agents in a year)

X₄ = household size (number of persons)

X₅ =cropping pattern (mixed cropping=1, otherwise=0)

X₆ = farming experience (years)

X₇ = gender (male=1, female=0)

X₈ =income per annual (₦)

X₉ =labor cost (₦)

X₁₀ =farm size (ha)

Four functional forms of the model namely linear, semi log, exponential and double log were fitted to determine the function with the best fit and the linear model proved to be the best fit.

Results and Discussion

Socioeconomic characteristics of respondents

Gender

The result of gender in Table 1 revealed that 119 of the respondents were males while 61 were

females which account for about 66.1% and 33.9% respectively. This shows that arable crop production is mostly male dominated. The reason is that arable crop production requires energy and physical strength for soil erosion management.

Educational level

The result showed the level of education of the respondents in the study area. About 38.3% of the respondents had no formal education. This was closely followed by 28.9% of the respondents that attended primary school. Those who had only secondary and tertiary education were 18.9% and 13.9% respectively. This indicated that 67.2% of the respondents were illiterate. The level of educational attainment remains paramount in enhancing farmer's understanding of soil erosion and the adoption of soil erosion resilience measures. Thus, literate farmers tend to have a better understanding of the risks associated with soil erosion and tend to spend more time and money on soil resilience measures than the illiterates farmers. It can be deduced that this scenario will continue to affect appropriate use of adaptation measures.

Farming experience

The result shows that 22.3% of the respondents had between 1-5 years of experience in arable crop production and total of 33.3% had between 6-10 years. About 31.3% of them had farming experience of above 15 years. The least years of farming experience was 11-15 years which account for 13.3%. The mean years of farming experience was 12 years. The study suggests that majority of the farmers had a long period of farming experiences. A condition that suggests, farmers in the study area would have a better understanding of soil erosion and conversant with constraints and needs to increase safeguarding measures.

Age of respondents

The result presented indicates that most (45.6%) of the respondents were between 48-57

years. Those aged 38-47 years reached 34.4%, while those aged 28-37 years reached 13.3% of the respondents. The mean age of respondents was 47 years. The implication is that respondents are still very strong and matured and this can prompt them to utilize resilience measures effectively.

Table 1: Socioeconomic Characteristics of Respondents (N=180)

Variable	Frequency	Percentage
Gender		
Male	119	66.1
Female	61	33.9
Educational level		
No Formal Education	69	38.3
Primary Education	52	28.9
Secondary Education	34	18.9
Tertiary Education	25	13.9
Farming experience(years)		
1-5 years	40	22.3
6-10 years	60	33.3
11-15 years	24	13.3
>15 years	56	31.3
Mean	12 years	
Age of respondents(years)		
28-37	24	13.3
38-47	62	34.4
48-57	82	45.6
58-67	10	5.6
>67	2	1.1
Mean	47 years	
Household size (number)		
1-4	50	27.8
5-8	121	67.2
9-12	5	2.8
>12	4	2.2
Mean	6 persons	
Farm size(ha)		
<1ha	20	11.1
1-2ha	139	77.3
2.1-3ha	15	8.3
3.1-4ha	6	3.3
Mean	1.55ha	

Household size

Most (67.2%) had household size of 5-8 persons. This was followed by those (27.8%) who had household size of 1-4 persons. The mean household size was 6 persons. This implies that large family size exist in the study area. This could

positively influence the soil erosion control practices when majority of the household members are in the agricultural productive class. This is because effective soil erosion resilience measures are optimistically ties to the high labor force in the households. The relatively large household size suggest that the farmers might use family labor, to reduce labor cost required in soil erosion control practices.

Farm size

Most (77.3%) of the respondents had farm size of 1-2 ha. This was followed by those (11.1%) who had farm size of less than 1ha and those (8.3%) who had farm size of 2.1ha-3ha. The mean farm size was 1.55ha. This implies that most of the

farmers were smallholder farmers. Farmers with larger holdings are more likely to practice measures for soil erosion control than those with smaller holdings because adoption costs relative to farm size are lower.

Types of soil erosion

The result reveals that the majority of the farmers 50.6% indicated gully erosion occurrence. About 35% and 14.4% reported sheet erosion and rill erosion respectively. This means that gully erosion is more rampant followed by sheet erosion. Suggesting soil erosion may not be effectively stopped. If drastic action is not taken farmers productivity and income can be affected.

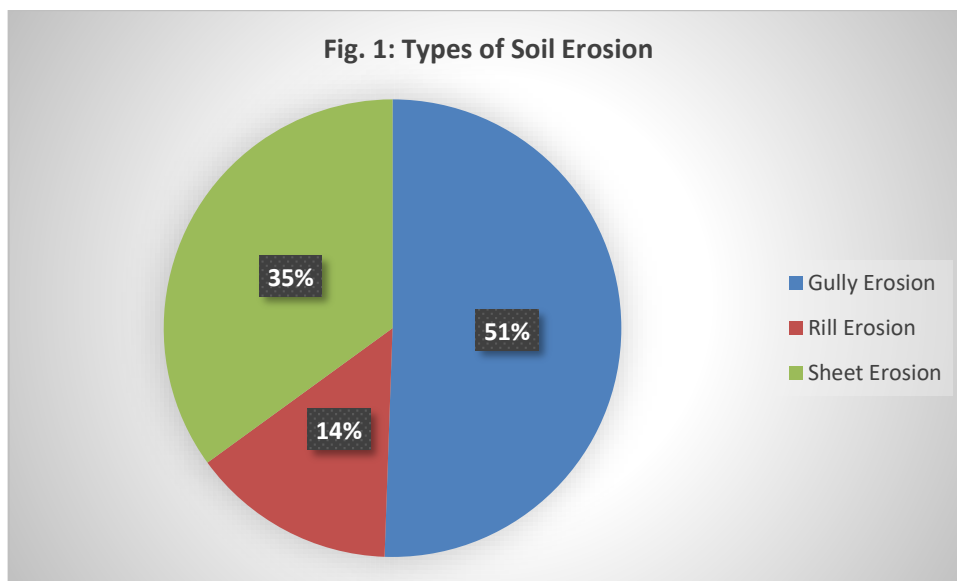


Figure 1. Types of Soil Erosion

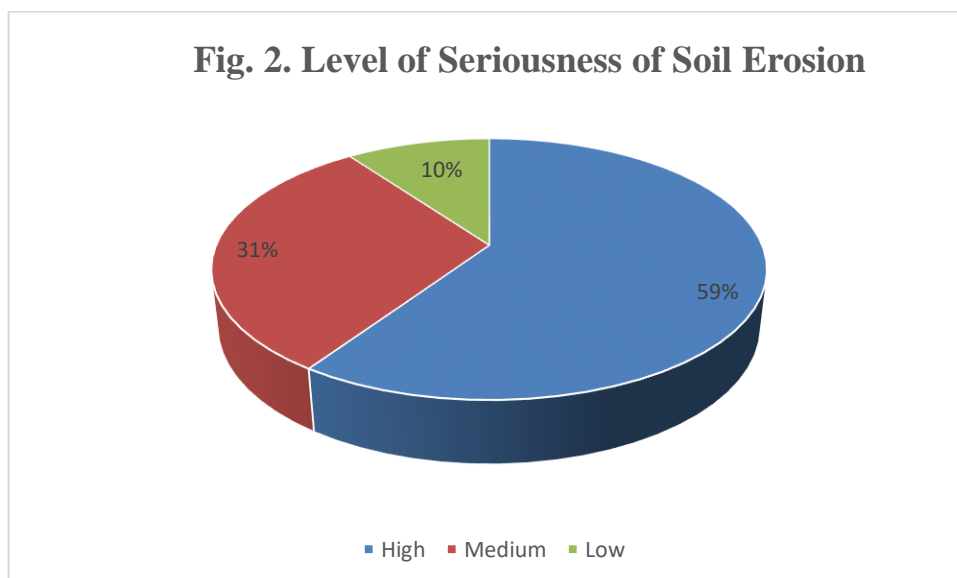


Figure 2. Level of Seriousness of Soil Erosion

Level of seriousness of soil erosion

The level of seriousness of soil erosion has remains the single most important soil degradation problem constraining farmers from achieving and acceptable level of food production. The result reveals that the majority of the farmers 59.4% indicated that the level of seriousness of soil erosion was high. This was followed by 30.6% of respondents' responses that the level of soil erosion was medium. Only a small percentage of the respondents measuring 10% reported low level. This means that the level of seriousness soil erosion is high in the study area.

Types of soil erosion resilience measures

Table 2 shows the percentage of farmers who practiced different types of soil erosion resilience measures in the study area. From Table 2, the results indicates that mulching 38.9%, planting of trees 13.9%, terracing 7.8% and contour and strip cropping 10% were the most widely used soil erosion resilience measures by the farmer in the study area. A few percentage of farmers used crop rotation 6.7%, and discourages bush burning 5.6%, prevent further development of rills and gullies near their farm boundaries. This means that farmers in the study area have no good knowledge and did not effectively practiced the different forms of soil erosion resilience measures to maintain infiltration and safe-disposal of run-off on their farms

Table 2: Resilience measures of soil erosion

Types of Measures	Frequency	Percentage
Mulching	70	38.9
Discouraging bush burning and others	10	5.6
Use of crop rotation	12	6.7
Use of sentilization campaigns	8	4.4
Manuring and use of organic fertilizers	7	3.9
Use of terraces	14	7.8
Creation of proper drainage channels	5	2.8
Contour and strip cropping techniques	18	10
Government assistance	5	2.8
Planting of trees	25	13.9
Intercropping with legumes	6	3.3
Total	180	100.0

Perceived effects of soil erosion

The result in Table 3 revealed that reduction in arable lands had a mean score of 2.97. The respondents admitted that loss in productivity of cropping lands had made them handicap to enjoy the dividend of arable crop production with a mean score of 2.95. The respondents affirmed that soil erosion had led to drop in output with a mean sore of 2.91. The respondents also agreed that reduction in fallow period had hindered them in judicious use of their farm land with a mean score of 2.82. The farmers' response indicated that soil erosion had led to labor shift out of agriculture with a mean score of 2.82. The respondents reported that soil erosion required high input and management with a mean score of 2.61. The result further showed that soil erosion leads to submerges of fertile arable lands with a mean score of 2.44. This implies that soil erosion has negative effect on arable crop farmers.

Table 3: Perceived effect of soil erosion

Effects of soil erosion parameters	Mean	Std. Deviation	Remark
Drop in output	2.91	0.29	Severe
Submerges of fertile arable lands	2.44	0.67	Severe
Reduction of arable lands	2.97	0.18	Severe
Reduction in fallow period	2.82	0.49	Severe
Require high input and management	2.61	0.59	Severe
Loss in productivity of cropping lands	2.95	0.26	Severe
Labor shifting out of agriculture	2.82	0.40	Severe

Effect of soil erosion on the income of arable crop farmers

Table 4 showed a regression result of the relationship between soil erosion menace parameters and income of arable crop farmers. The coefficient of determination (R^2) was 0.584, indicating that about 58.4% of the variations was accounted for the explanatory variables included in the model. The result also shows that the F-ratio (33.463***) was significant at 1% level which shows a high goodness of fit of the model used. The coefficient of drop in output was statistically significant at 1% level and negatively

related to income. This implies that a unit increase in drop of output will decrease their income. Reduction of arable land had an inverse relationship with income (-0.334). It implies that the higher the unavailability of land for planting the lower the income. This is attributable to the fact that in the presence of soil erosion, farmers were deprived parts of their farmlands.

Require high input and management was significant and bore negative sign. This means that a unit increase will lead to a unit decrease in income (-0.271). Soil erosion, which forms serious challenge negatively affects the income of the farmers when they are not adequately and efficiently managed.

Loss in productivity of cropping land is also found to have an inverse relationship with income

(-4.47E-005). As the productivity reduced, farm incomes also reduced as a result of the fact that the land area that accommodated crops had been depleted.

The inverse relationship between soil erosion and labor shifting out of agriculture (0.230) is indicative of the fact that the arable crop farmers were no longer self-employed which might have led to lower income accruing to them after losing their farmland to soil erosion.

Submerges of fertile arable land is also found to have an inverse relationship with soil erosion (-0.187) as the rate of submerging of fertile land is increased, farm incomes also reduced as a result of the fact that area that accommodated crops has been reduced.

Table 4: Effect of soil erosion on the income of arable crop farmers

Variables	Coeff.	Std. Error	T	Sig.
Constant	-.581	.366	-1.589	.114
Drop in output	-.678	.107	6.339***	.000
Reduction of arable land	-.334	.062	5.361***	.000
Require high input and management	-.271	.061	-4.444***	.000
Loss in productivity of cropping land	-4.476E-005	.000	-3.436**	.001
Reduction in fallow period	-.052	.062	-.840	.402
Labor shifting out of agriculture	-.230	.062	3.717***	.000
Submerges of fertile arable lands	-.187	.090	-2.085**	.039
R-square	0.584			
F-ratio	34.463			

Influence of socioeconomic characteristics of farmers on adoption of soil erosion resilience measures

The coefficient of determination (R^2) was 0.539, indicating that about 53.9% of the variations was accounted for the explanatory variable included in the model. The result also shows that the F-ratio (19.721***) was significant at 1% level which shows a high goodness of fit of the model used. The coefficient of age of respondents was positively related to adoption of soil erosion resilience measures and statistically significant at 1% level. The implication of this is that age does contribute to adoption. This finding is in agreement with Umoh (2006) in his study of urban farming. The coefficient of level of education is positively related to adoption of

resilience measures and significant at 5% level of significance. The implication of this is that adoption of soil erosion resilience measures increases with the level of education. The likely implication of this is that the more educated the farmers are the more attention they pay to effective management of their farms.

Household size is also found to have positive relationship with adoption of soil erosion resilience measures. As the household sizes increases, farm incomes also reduced as a result of the fact that the land area that accommodated crops had been reduced. Farm size had positive relationship with adoption of soil erosion resilience measures. It implies that one unit increase in adoption of soil erosion resilience measures incident would lead to one unit

increase in farm size. This is attributable to the fact that in the presence of adaptation measures, farmers' farmlands will be safe for expansion. The coefficient of income was positive and significant at 1% level. This implies that a unit increase in income will increase their adoption of soil erosion resilience measures. The coefficient obtained for extension visit was found positive and this was

significant at 5% level of probability. This implies that increase in extension visit will increase their adoption level of soil erosion resilience measures. The coefficient of farming experience is positive and significant at 5% level of significance. This implies that 1% increase in farming experience will lead to a unit increase in the adoption of soil erosion resilience measures.

Table 5: Influence of socioeconomic characteristics of farmers on adoption of soil erosion resilience measures

Variables	Coefficients	Std. Error	t	Sig.
Constant	-11.191	3.931	-2.847	.005
Age	.393	.053	7.446***	.000
Education	1.313	.558	2.352**	.020
Household size	.738	.215	3.433***	.001
Gender	.845	1.187	.712	.477
Farm size	.788	.256	3.083**	.002
Labor cost	-2.350E-005	.000	-.584	.560
Cropping pattern	-1.304	1.595	-.818	.415
Income	.578	.166	3.477***	.000
Extension visit	.869	.351	2.476**	.007
Farming experience	3.217	1.409	2.283**	.024
R-square	0.539			
F-ratio	19.721			

Conclusion

The study established that soil erosion is a serious issue in the study area. Understanding the soil erosion parameters on farmers' income and their resilience measures adopted are vital for policy formulation. The study found out that only few of the measures were adopted. The study was able to identify the perceived effects of soil erosion. The study showed that there is significant relationship between effects of soil erosions on income of farmers. Similarly socioeconomic factors influence adoption of resilience measures under study. Based on the findings, the following recommendations are made:

- i. Government should enact policies to discourage bush burning, deforestation and excavation on farming environment
- ii. Creation of proper drainage channels
- iii. Government should assist the farmers financially to encourage adoption of resilience measures
- iv. Planting of trees should be encouraged by farmers

- v. Government should help the farmers on land reclamation
- vi. Extension visits should be encouraged for more enlightenment of arable farmers

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

References

- Ajayi, M. T. and Banmeke, T. O. A. (2009). Farmers' perception and knowledge of environmental Problems affecting sustainable food production in Edo State. *Journal of Environmental Extension*, 6, 86-91.
- Angima, S.D., Stott, D.E., O'Neil, M.K., Ongi, C.K., and Weesies, B.A. (2003). Soil Erosion Prediction Using RUSLE for Central Kenya Highland Conditions. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 5, 95-308.
- Behera, S.K., and Panda, R.K. (2009). Effect of Fertilization and Irrigation Schedule on Water and Fertilizer Solute Transport for Wheat Crop in a Sub-Humid and Sub-Tropical Region. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 130, 141-155.
- Dimelu, M.U., Ogbonna, S.E., and Enwelu, I.A. (2013). Soil Conservation Practices among Arable Farmers in Enugu-North Agricultural Zone, Nigeria: Implication for Climate Change. *Journal of Agricultural Extension* 17 (1), 184 – 196.
- Egbai, O.O., Ndik Eric, J.I. and Ogogo, A.U. (2002). Influence

- of Soil Textural Properties and Land use Cover Type on Soil Erosion in Betem, Cross River State, Nigeria. *Journal of Sustainable Development*, 5(7), 104-110.
- Egede, E.A. (2013). Threats and Mitigation of Soil Erosion and Land Degradation in Southeast Nigeria. *Journal of Environment and Earth Science* 3(13), 95-102.
- Eze, S.O., and Mbah, E.N. (2013). Challenges to Soil Erosion Control Measures among Farmers in Anambra State, Nigeria: Implications for Extension Policy. *IJASRT in EESs*, 3(4), 199-227.
- Eze, S.O., and Osahon, E.E. (2016). Farmers Perception to Soil Erosion Control Measure: Implication for Sustainable Development in Agriculture and Environment in Southeast, Nigeria. *Journal of Life Science*, 10: 161-169.
- Fakoya, F. O. (2011). An Assessment of the degree of use sustainable environment management practices by farmers in liedore LGA of Edo Stale. *Journal of environmental Extension*. 2(1),9.
- Francis, O.A. (2012). The Intensity of Wet Years in the Sudano-Shelian Region of Nigeria. *Continental Journal of Environmental Sciences*, 6(2), 44-53.
- Humberto, B. and .Lal, R. (2008). Principles of Soil Conservation and management. Springer and Company Limited 13-18 pp.
- Igwe, P.U., Nwezi, C.C., Echendu, J.E., Chukwunyere, I.C., Okonkwo, N.J (2017). Adaptations to Soil Erosion: A Review. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 3(12),1126-1134.
- Mohamed, H.H. (2015). Cause and Effect of Soil Erosion in Boqol-Jire Hargeisa, Somaliland. Ph.D Thesis, University of Hargeisa, Somalia.
- Onu, F.M., and Mohamed, A. (2014). Competency Improvement Needs of Farmers in Soil Erosion Prevention and Control for Enhancing Crop Production: Case Study of Kogi State, Nigeria. *Journal of Agricultural Science* 5, 958 - 963.
- Phatak, S.C., Dozier, J.R., Bateman, A.G., Brunson, K.E., and Martini, N.L. (2002). Cover Crops and Conservation Tillage in Sustainable Vegetable Production. In: Van Santen, E. Research Proceedings of the 25th Annual Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture, pp. 401- 403.
- Pimentel, D. (2006). Soil Erosion: A Food Security and Environmental Threat. *Journal of Environment and Development Sustainability*, 31,119 – 137.
- Quinton, J.N. (2014). Soil Erosion Modeling. *Encyclopedia of Agrophysics*, Springer 746-747pp.
- Rahman, E.L., M.A. Abd, Ali, R.R, Hussain, M.A and ElSemey, M. A. (2009). Remote Sensing and GIS based physiography and soils mapping of the Idku-Brullus Area, North Delta, Egypt: *Egyptian Journal of Soil Science* 49 (3): 209-432.
- Tesfaye, G., and Kashun, K.H. (2015). Assessment of Farmers' Perception on Soil Erosion and Soil Fertility Improvement in Rift Valley Areas of East Shoa and West Arid Zones of Oromia, Ethiopia.
- Ume, N. C, Enwereuzor, A .I., Egbe, C. A, Ike, M .C. and S. J. Umo. (2014). Application of Geographic information system and remote sensing in identifying the impacts of gully eroding in Urualla, Ideato North, Local Government area, Imo state. Nigeria. *Global Research Journal of Science* 3 (3),1-8.
- Umoh, G.S.(2006). Resource use efficiency in urban farming: An application of stochastic frontier production function. *International Journal of Agriculture and Biology* 8(1):38-44.
- Zheng, F.L, Yang, Q.K and Wing, Z.L. (2004).Water Erosion Prediction Model. *Research Journal of Soil and Water Conservation* 11 (4), 13-24.



Bazı bitkisel uçucu yağların *Aphis craccivora* (Koch) ve *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)'ya karşı fumigant etkileri

Fumigant effects of some plant essential oils against Aphis craccivora (Koch) and *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)

Orhan MÜLAYİM^{1*} , Özdemir ALAOĞLU¹ , Hüseyin ÇETİN¹ 

¹ Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya

To cite this article:

Mülayim, O., Alaoğlu, Ö. & Çetin, H. (2020). Bazı bitkisel uçucu yağların *Aphis craccivora* (Koch) ve *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)'ya karşı fumigant etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 195-203.

DOI: 10.29050/harranziraat.629353

Address for Correspondence:

Orhan MÜLAYİM

e-mail:

omulayim@selcuk.edu.tr

Received Date:

04.10.2019

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

Afitler bitki öz suyu ile beslenen, hızlı çoğalan polifag zararlılar olup, ilaçlara karşı kısa sürede direnç geliştirmektedirler. Bu çalışmada kekik (*Origanum onites* L.), anason (*Pimpinella anisum* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.) uçucu yağlarının *Aphis craccivora* Koch ve *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) 'nın erginlerine karşı fumigant etkileri araştırılmıştır. Denemeler 24±1 °C sıcaklık, %65±5 orantılı nem ve günlük 14 saatlik ışıklandırma periyodunda yürütülmüştür. Denemeler, her biri 3 cm çaplı plastik hücrelere yerleştirilmiş 10'ar afit üzerinden ve üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Fumigant etki testlerinde, *A. craccivora*'ya uçucu yağların 30, 45, 60 µl/l hava dozları ve *M. persicae*'ya 10, 20, 30 µl/l hava dozları kullanılmıştır.

Uçucu yağların *A. craccivora*'ya karşı 24 saatlik uygulama süresinde en yüksek fumigant etkisi 30 µl/l ve 45µl/l hava dozunda sırasıyla %53.33 ve %70'lik ölüm oranıyla rezene uçucu yağında, 60µl/l hava dozunda %96.67'lik ölüm oranıyla kekik uçucu yağında tespit edilmiştir. Uçucu yağların *M. persicae*'ya karşı 24 saatlik uygulama süresinde en yüksek fumigant etkisi 10µl/l hava dozunda %46.67'lik ölüm oranıyla kekik, 20µl/l hava dozunda %66.67'lik ölüm oranıyla lavanta, 30µl/l hava dozunda %86.67 ile anason ve lavanta uçucu yağında tespit edilmiştir. Özellikle düşük doz ve uygulama süresinde daha yüksek fumigant etki gösteren rezene uçucu yağının *A. craccivora*'ya, rezene ve kekik uçucu yağlarının ise *M. persicae*'ye karşı biyofumigant olma potansiyelinin olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel uçucu yağ, Fumigant etki, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora*

ABSTRACT

Aphids are fast reproduction polyphage pests that feed with plant juice and develop resistance to pesticides in a short time. In this study, fumigant effects of thyme (*Origanum onites* L.), anise (*Pimpinella anisum* L.), fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) essential oils against adults of *Aphis craccivora* Koch and *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) were investigated. The experiments were carried out at a 24±1 °C temperature, 65 ± 5% relative humidity and 14/10 L/D period. The experiments were done on 10 aphids placed in 3 cm diameter plastic cells and three replicated. In fumigant effect tests, 30, 45, 60 µl / l air doses of essential oils were used for *A. craccivora* and 10, 20, 30 µl / l air doses were used for *M. persicae*.

The highest fumigant effect of essential oil against *A. craccivora* at 24 hour exposure time was fennel essential oil with 53% and 70% mortality ratios at 30µl / l air and 45µl / l air doses respectively. Thyme essential oil was the most effective, with 24 hour exposure time and 96.67% mortality rate at 60µl / l air dose.

The highest fumigant effect of essential oil against *M. persicae* in 24 hour exposure time was thyme essential oil with 47% mortality ratio at 10µl / l air dose, lavender with 67% mortality ratio at 20µl / l air dose, anise and lavender with 87% mortality ratio at 30µl / l air dose. Fennel essential oil against *A. craccivora* fennel and thyme essential oils against *M. persicae* may have the potential to be biofumigant due to their higher fumigant effect at low dose and short application time.

Key Words: Plant essential oils, Fumigant, *Aphis craccivora*, *Myzus persicae*

Giriş

Kaliteli ve gıda ihtiyacını karşılayacak miktarda ürün elde edilmesi amacıyla hastalık etmenleri, zararlılar ve yabancı otlara karşı geliştirilmiş olan mücadele yöntemlerinin başında kimyasal savaş gelmektedir (Türküsay ve Onoğur 1998). Kimyasal mücadelede kullanılan sentetik pestisitlerin çevreye verdiği zarar yanında, faydalı organizmalar üzerindeki yan etkileri ve bunun besin zinciri içerisinde negatif etkilerinin olduğu bilinmektedir. Ayrıca uzun süreli kullanımları sonucunda hedef organizmaların direnç kazanması ve insanlar dahil olmak üzere hedef dışı organizmalar için tehlikeli olması pestisit kullanımının diğer dezavantajlarıdır (Zhang ve ark. 2018).

İnsanoğlu tarladaki ve depodaki ürünlerini böcek ve diğer zararlılardan korumak için yüzyıllardır değişik yöntemler kullanmıştır. Bu yöntemlerden biriside bitki ekstraktları ve uçucu yağlarının kullanımınıdır. Bitkilerdeki biyokimyasal olaylardan sonra sentezlenen sekonder metabolitler değişik kategorilerde sınıflandırılmakta olup bunların en önemlilerinin alkaloidler, glikozidler, fenoller, terpenoidler, taninler ve saponinlerdir. Bu maddelerden bazıları tarımda zararlılara karşı yüzyıllardan beri doğrudan veya dolaylı olarak kullanılmıştır (Shanker ve Solanki 2000). Apiaceae ve Lamiaceae familyasındaki aromatik bitkiler, tarih öncesi çağlardan günümüze kadar antiseptik ve tıbbi özellikleri ile de bilinmektedir (Hussain ve ark. 2011). Birçok aromatik bitki ve bunların esansiyel (uçucu) yağları eski çağlardan beri geleneksel tıpta (Lang ve Buchbauer, 2012) veya bitki ve hayvanların zararlı ve hastalıklarına karşı korunmak için kullanılmıştır (Bakkali ve ark. 2008).

Gelişmiş ülkelerde organik klorlu ve organik fosforlu insektisitlerin keşfinden önce tarımsal zararlılarla mücadelede bitkisel kökenli insektisitlerin kullanımı önemli bir yer tutmuştur (İsman 1997). Böcek öldürücü etkiye sahip bitkisel kökenli pyrethrum ithali, 1939 yılında Amerika'da 5400 ton iken, 1993 yılında bu miktar sadece 300 ton olmuştur (Genrty 1993). Sentetik insektisitlerin bitkisel kökenlilere göre daha etkili ve etki

sürelerinin daha uzun olması, gelişmiş ülkelerde, sentetik insektisitlerin gelişen teknoloji sayesinde daha ucuz elde edilebilmesi bu durumun başlıca sebepleri olmuştur.

Günümüzde, uçucu yağlar ve bileşenlerinin, böceklerle mücadelede repellent ve böcek öldürücü etkilerini değerlendirmek için kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır (Adorjan ve Buchbauer, 2010). *Lavandula angustifolia* Mil., *Pimpinella anisum* L. *Origanum onites* L. uçucu yağları veya bileşenlerini farklı çalışmalarda, *Tyrophagus longior* (Gervais) (Acarina; Acaridae)' a (Perrucci 1995), *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera: Thripidae)'ye (Koschier ve ark. 2002), *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae)'ya (El-Gengaihi ve ark. 1996) ve bazı ambar zararlılarına karşı (Saraç ve Tunç. 1995) kullanmış ve yüksek oranda insektisidal etki gösterdiğini belirlemiştir.

Dünyada son yıllarda doğal bileşiklerin (alkaloid, glikozid, uçucu yağ vs.) tarımsal alanlarda kullanım imkanlarının ortaya çıkması ve yaygınlaşması nedeniyle çevreye zarar veren tarım ilaçlarının tüketiminin önemli oranda azalacağı bildirilmektedir (Kan ve ark. 2005). Bitkisel kökenli insektisitlere ilgi bu nedenle, yeniden önem kazanmaya başlamış ve son yıllarda gelişmiş ülkelerde organik tarımla birlikte bu konudaki çalışmalar daha da hız kazanmıştır. Bu maddelerin doğada zaten bulunmaları nedeniyle doğaya ek toksik madde yayılmasının söz konusu olmaması, kısa zamanda dekompoze olarak toprak ve su kirliliklerine yol açmamaları, ürünler üzerinde insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaları, diğer canlılar için toksik olmaması nedenleri ile kullanımları tercih edilmektedir. Uçucu yağlar veya yağlara dayalı ürünler çoğunlukla memeliler, kuşlar ve balıklar için toksik değildir (Koul ve ark. 2008). Bugün 2000'den fazla bitkinin tarımda zararlı olan böceklere karşı çeşitli şekillerde etkili olduğu bilinmektedir (Öncüler 2000).

Türkiye'de yetişen yaklaşık 9000 bitki türünün birçoğu ülkemize has olup uzun yıllardır tıbbi ilaç hammaddesi olarak kullanılmaktadır (Baytop 1994). Geniş bir bitki örtüsüne sahip olan

ülkemizde bitki zararlılarına karşı ekstrakt ve uçucu yağların kullanımı önemli bir potansiyel olarak görülmektedir. Bu araştırmada; çok sayıda bitki türünde beslenerek ve çeşitli virüs hastalıklarını taşıyarak zararlı olan iki önemli yaprak biti (Aphididae) türüne karşı bazı bitki uçucu yağlarının farklı dozlarının fumigant etkileri belirlenmiştir.

Yaprak bitleri, bitki özsuğunu emerek beslenen partenogenetik üremeleri ve nispeten kısa bir yaşam döngülerinin olması nedenleri ile hızlı çoğalan böceklerdir. Dünyada hemen her yerde rastlanmakla beraber, ılıman bölgelerde daha yaygın olarak bulunan yaprakbitlerinin (Zyla ve ark. 2017) halen 5000'den fazla türü bulunmaktadır (Blackman ve Eastop 2017).

Önemli bir zararlı olan şeftali yaprakbiti (*Myzus persicae* Sulz. Hemiptera: Aphididae), polifag bir tür olup, başta şeftali, kayısı, kiraz, erik, badem,

turunçgiller, tütün, şekerpancarı, ıspanak, biber, patlıcan, domates, hıyar gibi birçok kültür bitkisi olmak üzere bazı orman, park ve süs bitkilerinde de ekonomik zarara neden olmaktadır (Uygun ve ark. 2013). Bitkisel insektisitler, yaprak bitlerine karşı bitki korumaya uygun bir alternatif olarak kabul edilmektedir (İsman ve Grieneisen 2014).

Materyal ve Metot

Materyal

Bitkiler

Çalışmada *Origanum onites* L. (kekik), *Lavandula angustifolia* Mill. (lavanta), *Foeniculum vulgare* Mill. (rezene) ve *Pimpinella anisum* L. (anason) bitkileri kullanılmıştır. Bitkilerin bağlı olduğu familyalar ve çalışmada kullanılan bitki kısımları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Uçucu Yağ Elde Edilen Bitkiler

Table 1. Essential Oil Derived Plants

Adı Name	Bilimsel adı Scientific name	Familiya Family	Kullanılan Kısım Part Used
Kekik Thyme	<i>Origanum onites</i> L.	Labiatae	Yeşil Aksam Green part
Lavanta Lavender	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Labiatae	Yeşil Aksam Green part
Anason Anise	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Umbelliferae	Meyve Fruit
Rezene Fennel	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Umbelliferae	Meyve Fruit

Böcekler

Denemede Konya ilinden toplanan iki farklı yaprak biti türü kullanılmıştır. Kullanılan türler, toplandıkları yer ve konukçu bitkileri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan yaprakbiti türleri, toplandıkları yer ve konukçu bitkileri

Table 2. Aphid species used in the experiment, where they are collected and host plants

Böcek Türü Insect Species	Toplandığı Yer ve Konukçu Bitkileri Place and Host Plants
<i>Myzus persicae</i> (Hem.: Aphididae)	Şeftali (Çumra / Konya) Peach
<i>Aphis craccivora</i> (Hem.: Aphididae)	Akasya (Alaeddin Keykubat Kampusü/ Konya) Acacia

Metot

Bitkilerin Toplanması, Kurutulması ve Muhafazası

Insektisit etkileri araştırılacak bitkilerden kekik ve anason Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden, rezene ve lavanta ise Selçuk Üniversitesi Çumra Meslek Yüksek Okulu'ndan temin edilmiştir. Toplanan bitkiler gölgede, havadar bir yerde sık sık çevrilerek kurutulmuş ve serin bir ortamda muhafaza edilmiştir.

Böceklerin Yetiştirilmesi

Denemede kullanılan *Aphis craccivora* Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüsündeki akasya ağaçlarından, *Myzus persicae* Çumra'dan şeftali ağaçlarından alınarak Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde teşhis edilmiştir. Teşhis edilen böcekler boyutları

45x45x45 cm olan plastik saksılar üzerine monte edilmiş yüksekliği 80 cm olan tül kafes içindeki bitkilere (Şekil 1) bulaştırılmıştır. *Aphis craccivora* için fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), *Myzus persicae* için hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkileri kullanılmış, bitkiler ve böcek kültürleri sera şartlarında geliştirilmiştir. Kültürlerin devamını sağlamak için böcekler, bitkilerin durumuna göre belirli aralıklarla taze bitkiler üzerine aktarılmıştır. Denemelerde 1- 2 günlük ergin bireyler kullanılmıştır.



Şekil 1. Böceklerin yetiştirildiği düzenek
Figure 1. Insect rearing cage

Uçucu Yağların Hazırlanması

Kekik, anason, rezene ve lavanta uçucu yağlarını elde etmek için önceden kurutulmuş bitki materyali öğütülerek 100 gr tartılmış ve Clevenger düzeneğiyle üç saat su distilasyonuna tabi tutulmuştur. Elde edilen uçucu yağların suyu, sodyum sülfatla uzaklaştırılmış ve kullanılıncaya kadar koyu renkli, ağzı sıkıca kapatılmış şişeler içerisinde +4°C'deki buzdolabında muhafaza edilmiştir (Ceylan 1987).

Uçucu Yağların Fumigant Etkilerinin Saptanması

Uçucu yağların fumigant etkileri *Aphis craccivora* ve *Myzus persicae*'nin ergin bireylerine karşı test edilmiştir. Fumigant etki denemelerinde özel olarak hazırlanmış olan ve üzerinde üç adet 35 mm çapında ve 10 mm yüksekliğinde silindirik hücrenin bulunduğu 150 mm boyunda ve 50 mm eninde plastik plakalar (Şekil 2) kullanılmıştır. Test düzeneği içerisine önce muamele süresi boyunca yaprak disklerinin yeşil kalmasını sağlamak için 33 mm çapında nemli kurutma kağıdı daha sonra 33 mm çapında yaprak diskleri yerleştirilmiştir. Yaprak diskleri *A. craccivora* için fasulye bitkisinden, *M. persicae* için ise hıyar bitkisinden alınmıştır.



Şekil 2. Fümigant etki denemelerinde kullanılan 3 hücreli plaka
Figure 2. Three cell plate used in fumigant effect tests

Ön denemelerde farklı uçucu yağ dozları denenerek testlerde herbir yaprakbiti türü için uygulanacak uygun dozlar belirlenmiştir. Fumigasyon denemelerinde, uçucu yağların *A. craccivora* için 30, 45, 60 µl/l hava dozları, *M. persicae* için 10, 20, 30 µl/l hava dozları kullanılmıştır.

Uçucu yağ bileşenlerinin yaprak bitlerine karşı fumigant etkilerinin belirlenmesinde 24±1 °C sıcaklık ve %65±5 nispi neme ve günlük 14 saatlik ışıklanma periyoduna sahip iklim odası kullanılmıştır.

Yaprak biti erginleri, yetiştirildikleri bitkiler üzerinden ince uçlu (00 numara) samur fırça yardımıyla zedelenmeden alınarak içerisine nemli kurutma kağıdı ve yaprak diski yerleştirilmiş olan test düzeneğine aktarılmıştır. Her birinin bir tekerrür kabul edildiği plastik hücrelere 10 yaprakbiti ergini aktarılmış ve üzerine serigrafik bez gerilerek birer lastik bantla test düzeneğine sabitlenmiştir. Hazırlanan bu hücreler içindeki afidler bir litrelik cam kavanozlar içinde uçucu yağ bileşenlerinin buharlarına maruz bırakılmıştır (Şek. 3). Uçucu yağların her biri 10 µl aseton ile seyreltikten sonra *Aphis craccivora* için 30, 45, 60 µl/l hava, *Myzus persicae* için 10, 20, 30 µl/l hava dozuna karşılık gelecek şekilde kavanozların kapaklarının alt yüzüne yapıştırılan 30 x 30 mm boyutundaki kurutma kağıtlarına mikropipet yardımıyla emdirilerek uygulanmıştır. Kontrol dozu olarak da 10 µl/l hava dozunda aseton kullanılmıştır. Asetonun böceklerin tüm gelişme dönemlerine karşı buhar etkisinin bilinmesinden dolayı denemede kullanılan uçucu yağ dozlarının seyreltilmesinde ve kontrollerde kullanılan asetonun uçması için kapaklar bir süre (14- 22 sn) beklendikten sonra kapatılmıştır (Tunç ve

Şahinkaya 1998). Denemelerde uçucu yağlar 24, 48 ve 72 saatlik sürelerde test edilmiştir. Belirtilen süreler sonunda kavanozlar açılarak stereo mikroskop altında sayımlar yapılmıştır. Sayımlarda her bir hücre açılıp içerisindeki yaprak bitlerine tek tek ince uçlu fırça ile dokunularak canlı olup olmadıkları kontrol edilmiş, herhangi bir hareket belirtisi göstermeyenler ölü, az da olsa hareket görülenler canlı olarak kabul edilmiştir (Erler 2000).



Şekil 3. Fumigasyon uygulamasında kullanılan düzenek
Figure 3. Apparatus used in fumigation application

Testlerden Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Zararlı yaprak bitlerine karşı yapılan fümigant etki testlerinden elde edilen % ölüm değerleri Arcsin transformasyonu yapıldıktan sonra istatistik Mstat paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ortalamalar LSD testine tabi tutulmuştur.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Uçucu yağların *Aphis craccivora* erginlerine fümigant etkisi

Aphis craccivora'ya karşı fumigant etki testlerinden elde edilen sonuçlara göre; toksisitenin bitki uçucu yağına, uygulanan doz ve uygulama süresine bağlı olarak değiştiği görülmüştür (Çizelge 3).

Uçucu yağların 30µl/l hava dozunda farklı uygulama süreleri değerlendirildiğinde 24 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %53.33'lük

ölüm oranıyla rezene uçucu yağında, en düşük etkinin ise %26.67'lik ölüm oranıyla anason uçucu yağında olduğu; 48 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %86.67'lik ölüm oranıyla rezene uçucu yağında, en düşük etkinin ise %63.33'lük ölüm oranıyla lavanta uçucu yağında olduğu; en uzun uygulama süresi olan 72 saatte en yüksek etkinin %100'lük ölüm oranıyla lavanta uçucu yağında, en düşük etkinin ise %90.00'lik ölüm oranıyla kekik uçucu yağında olduğu belirlenmiştir.

Uçucu yağların 45µl/l hava dozunda 24 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %70.00'lik ölüm oranıyla rezene uçucu yağında, en düşük etkinin ise %56.67'lik ölüm oranıyla lavanta uçucu yağında olduğu; 48 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %100'lük ölüm oranıyla anason uçucu yağında, en düşük etkinin ise %73.33'lük ölüm oranıyla kekik uçucu yağında olduğu; 72 saatlik en uzun uygulama süresinde anason, rezene ve lavanta uçucu yağlarının %100'lük ölüm oranı sağladığı, kekik bitkisinde ise bu oranın %93.33 olduğu belirlenmiştir.

En yüksek doz olan 60µl/l hava dozunda uçucu yağların 24 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %96.67'lik ölüm oranıyla kekik uçucu yağında, en düşük etkinin ise %83.33'lük ölüm oranıyla rezene uçucu yağında olduğu; 48 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %100'lük ölüm oranıyla anason uçucu yağında, en düşük etkinin ise %86.67'lik ölüm oranıyla kekik uçucu yağında olduğu tespit edilmiştir. 60µl/l hava dozunda en uzun süre olan 72 saatlik uygulamada ise bütün bitki uçucu yağlarında %100'lük ölüm oranı görülmüştür. Kekik uçucu yağının 30 ve 45µl/l hava dozunda 48 saatlik uygulamaları hariç diğer uygulamaların hepsinde uygulanan uçucu yağların dozu ve uygulama süresi arttıkça etki artmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Uçucu yağların *Aphis craccivora* erginlerine fumigant etkisi
 Table 3. Fumigant effect of essential oils on *Aphis craccivora* adults

Dozlar (μ l/l hava) Doses (μ l/l air)	Ergin Ölüm Oranları (%) Adult Mortality Rates (%)		
	Uygulama Süresi Application time		
	24 saat 24 hour	48 saat 48 hour	72 saat 72 hour
<i>Origanum onites</i> (kekik) Thyme			
Kontrol	3.33 d *	13.33 b	16.67 b
30	40.00 c C**	73.33 a B	90.00 a A
45	60.00 b B	73.33 a AB	93.33 a A
60	96.67 a A	86.67 a A	100.00 a A
<i>Pimpinella anisum</i> (Anason) Anise			
Kontrol	3.33 d	13.33 c	16.67 b
30	26.67 c C	76.67 b B	96.67 a A
45	63.33 b B	100.00 a A	100.00 a A
60	86.67 a A	100.00 a A	100.00 a A
<i>Foeniculum vulgare</i> (Rezene) Fennel			
Kontrol	3.33 d	13.33 b	16.67 b
30	53.33 c B	86.67 a A	96.67 a A
45	70.00 b B	90.00 a AB	100.00 a A
60	83.33 a A	96.67 a A	100.00 a A
<i>Lavandula angustifolia</i> (Lavanta) Lavender			
Kontrol	3.33 c	13.33 c	16.67 b
30	46.67 b B	63.33 b B	100.00 a A
45	56.67 ab B	90.00 a AB	100.00 a A
60	86.67 a B	96.67 a AB	100.00 a A

*Aynı sütündeki küçük harfler aynı ise ortalamalar arasındaki fark ($P>0.05$) önemsizdir.

**Aynı satırdaki büyük harfler aynı ise ortalamalar arasındaki fark ($P>0.05$) önemsizdir.

* If the lower case letters in the same column are the same, the difference between the means ($P> 0.05$) is insignificant.

** If the capital letters on the same line are the same, the difference between the means ($P> 0.05$) is insignificant.

Uçucu yağların *Myzus persicae* erginlerine fumigant etkisi

Uçucu yağların *M. persicae* erginlerinde yol açtığı % ölüm oranları Çizelge 4'te verilmiştir.

Uçucu yağların en düşük dozu olan 10 μ l/l hava dozunda 24 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %46.67'lik ölüm oranıyla kekik uçucu yağında, en düşük etkinin ise %36.67'lik ölüm oranıyla anason uçucu yağında olduğu; 48 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %56.67'lik ölüm oranıyla rezene ve kekik uçucu yağında olduğu, lavanta ve anason uçucu yağlarının ise %53.33'lük ölüm oranı meydana getirdiği ; 72 saatlik uygulama süresinde ise en yüksek etkinin %96.67'lik ölüm oranıyla rezene uçucu yağında, en düşük etkinin ise %86.67'lik ölüm oranıyla kekik ve

anason uçucu yağında olduğu belirlenmiştir.

Uçucu yağların 20 μ l/l hava dozunda 24 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %66.67'lik ölüm oranıyla lavanta uçucu yağında, en düşük etkinin ise %50.00'lik ölüm oranıyla rezene uçucu yağında olduğu; 48 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %93.33'lük ölüm oranıyla anason uçucu yağında, en düşük etkinin ise %73.33'lük ölüm oranıyla rezene uçucu yağında olduğu; 72 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %100'lük ölüm oranıyla rezene ve lavanta uçucu yağında en düşük etkinin ise %93.33'lük ölüm oranıyla kekik bitkisinde olduğu belirlenmiştir.

En yüksek doz olan 30 μ l/l hava dozunda 24 saatlik uygulama süresinde en yüksek etkinin %86.67'lik ölüm oranıyla anason ve lavanta uçucu

yağında, en düşük etkinin ise %73.33'lük ölüm oranıyla rezene uçucu yağında olduğu; 48 saatlik uygulama süresinde kekik, anason ve lavanta uçucu yağlarının %100'lük etki gösterirken, rezene uçucu yağının %86.67'lik ölüm oranı meydana getirdiği; Aynı dozda 72 saatlik uygulama süresinde

ise bütün bitki uçucu yağlarında %100'lük ölüm oranı görülmüştür. Uçucu yağların *M. persicae*'ya karşı fumigant etki testlerinde, uçucu yağların dozu ve uygulama süresi arttıkça etki artmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Uçucu yağların *Myzus persicae* erginlerine fumigant etkisi

Table 4. Fumigant effect of essential oils on *Myzus persicae* adults

Dozlar (μ l/l hava) Doses (μ l/l air)	Ergin Ölüm Oranları(%) Adult mortality rates (%)		
	Uygulama Süresi Application time		
	24 saat 24 hour	48 saat 48 hour	72 saat 72 hour
<i>Origanum onites</i> (kekik) Thyme			
Kontrol	3.33 c*	10.00 c	20.00 b
10	46.67 b B**	56.67 b B	86.67 a A
20	63.33 ab B	86.67 a AB	93.33 a A
30	80.00 a A	100.00 a A	100.00 a A
<i>Pimpinella anisum</i> (Anason) Anise			
Kontrol	3.33 d	10.00 c	20.00 c
10	36.67 c C	53.33 b B	86.67 b A
20	63.33 b B	93.33 a A	96.67 ab A
30	86.67 a A	100.00 a A	100.00 a A
<i>Foeniculum vulgare</i> (Rezene) Fennel			
Kontrol	3.33 c	10.00 c	20.00 b
10	43.33 b B	56.67 b B	96.67 a A
20	50.00 b C	73.33 ab B	100.00 a A
30	73.33 a A	86.67 a A	100.00 a A
<i>Lavandula angustifolia</i> (Lavanta) Lavender			
Kontrol	3.33 d	10.00 d	20.00 b
10	40.00 c B	53.33 c B	90.00 a A
20	66.67 b C	86.67 b B	100.00 a A
30	86.67 a B	100.00 a A	100.00 a A

*Aynı sütündeki küçük harfler aynı ise ortalamalar arasındaki fark ($P>0.05$) önemsizdir.

**Aynı satırdaki büyük harfler aynı ise ortalamalar arasındaki fark ($P>0.05$) önemsizdir.

* If the lower case letters in the same column are the same, the difference between the means ($P> 0.05$) is insignificant.

** If the capital letters on the same line are the same, the difference between the means ($P> 0.05$) is insignificant.

Erlar (2000) *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) erginlerine karşı kekik uçucu yağının etken maddelerinden olan carvacrol ve thymol'ü ve rezene uçucu yağının etken maddelerinden olan anethole'ü fumigasyon şeklinde denemiş, süre arttıkça (24, 48, 96 saatlik uygulama sürelerinde) ölüm oranının arttığını belirlemiştir. Araştırmacı aynı çalışmada artan uygulama dozlarının da (0.2; 0.4; 0.8 ve 1.7 mg/lit hava) ölüm oranını arttırdığını ve artan sürenin dozdan daha önemli olduğunu bildirmiştir. Araştırma bulgularımız da her iki yaprakbiti türü ile yapılan deneme sonuçları, araştırmacının sonuçları ile

benzerlik göstermekte olup doz ve gün arttıkça fumigant etkide artış görülmüştür.

Tokat ilinde yapılan bir çalışmada Labiatae (Lamiaceae) türleri (*Origanum onites* L., *Origanum vulgare* L., *Origanum majorana* L., *Thymbra spicata* L. ve *Thymus vulgaris* L.) 'nin uçucu yağlarının dört farklı dozu (%0,5, %1, %2, %4 μ l/l)'nin iki noktalı kırmızı örümceğe (*Tetranychus urticae* Koch) karşı repellent etkileri araştırılmıştır. Ele alınan beş kekik türü içinde repellent etkisi en yüksek olan türün *O. onites* olduğu tespit edilmiştir. (Yeşilayer A., Aslan H.N. 2018)

Perrucci (1995) iki farklı lavanta bitkisinin (*Lavandula angustifolia* Mill. ve *Lavandula stoechas* L.) uçucu yağları ve bunların ana bileşeni olan linalyl acetate'ın, ambar zararlısı bir akar olan *Tyrophagus longior* (Gervais)'a karşı fümigant toksitesini test etmiş, en yüksek dozlarda 2 lavanta bitkisi uçucu yağlarının %100 ölüme neden olduğunu tespit etmiştir.

Saraç ve Tunç (1995) *Pimpinella anisum* L. uçucu yağının fümigant etkisini bazı ambar zararlılarına karşı 108-135 µl/1 litre hava doz aralığında denemiş ve anason uçucu yağının 24 ile 144 saat arasında yüksek toksite etkisini (%95) belirlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada araştırmacıların elde ettiği sonuçlara daha kısa sürede ulaşmıştır. Lavanta bitkisi uçucu yağının %1'lik konsantrasyonunu *Thrips tabaci* (Lindeman)'ye karşı kullanan Koschier ve ark. (2002) bu uçucu yağın zararlıya karşı önemli derecede insektisidal etki gösterdiğini belirlemişlerdir.

El-Gengaihi ve ark. (1996) kekik uçucu yağının ve ana bileşenlerinden thymol'ün *Tetranychus urticae* (Koch)'ya karşı biyolojik aktivitesini test etmişlerdir. Her iki maddenin de toksite testlerinde yüksek konsantrasyonlarda %100 ölüm meydana getirdiğini, fakat düşük konsantrasyonlarda thymol'ün kekik uçucu yağından daha etkili olduğunu saptamışlardır.

Isman (2000) laboratuvar şartlarında *Myzus persica* (Sulz.)'nin nimflerine karşı kekik uçucu yağının kontak etkisini test etmiş, testler sonucunda beslenen afitin sayısının 48 saatte 24 saate göre %50'den %25'e düştüğünü, ölen afitlerin oranının da %22'den %60'a çıktığını tespit etmiştir. Bu sonuçlar araştırma bulgularımızla paralellik göstermektedir.

İkbal ve Pavela (2019) fümigasyon testlerinde kullanılan 16 bitki türünün uçucu yağlarının 2 µl dozunda uygulandığında %90'dan daha fazla yaprak biti ölümüne neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bitkilerden beş tanesinden (*Foeniculum vulgare* (Mill.), *Mentha piperita* L., *M. Pulegium* L., *Ocimum basilicum* L. ve *Pimpinella anisum* L.) elde edilen uçucu yağların hem değme hem de fumigasyon testlerinde mükemmel etkinlik

gösterdiğini ve bu nedenle botanik afidisidlerin gelişimi için optimum aktif madde kaynağı olabileceğini belirtmişlerdir.

Alghamdi (2018) yaptığı çalışmada dört bitki (*Moringa oleifera* L., *Eruca sativa* L., *Raphanus sativus* L., *Allium sativum* L.) uçucu yağının değme etkisini, gül yaprak biti (*Macrosiphum rosae* L.) ve bakla yaprak bitine (*Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) karşı %1, %2 ve %4 konsantrasyonlarında denemiş ve 12, 24, 48 ve 72 saat maruz bırakma süresinden sonra, ölüm oranlarının farklı deneme sürelerinde, uçucu yağ konsantrasyonlarının artmasıyla arttığını ortaya koymuştur. Uçucu yağ testlerinde roka yağı, *M. rosae*'ya karşı tüm konsantrasyonlarda %97.5'e ulaşan ölüm oranıyla en yüksek değeri vermiş, bunu sırasıyla sarımsak yağı (%80.6), turp yağı (%69.2) ve moringa yağı (%63.3) izlemiştir. *A. fabae* için de benzer sonuçlar alınmıştır. Çalışmada bu tür uçucu yağların iki yaprak biti türüne karşı kullanılmasının olası olduğu değerlendirilmiştir. Işık ve Görür (2009) yedi bitki uçucu yağının değme etkisini (*Juniperus excelsa* Bieb., *Juniperus oxycedrus* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Pimpinella anisum* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Juglans regia* L. ve *Laurus nobilis* L.) afisidal aktivitelerinin lahana yaprak bitine (*Brevicoryne brassicae* Hemiptera: Aphididae) karşı etkilerini laboratuvar koşullarında test etmişler ve bu uçucu yağların, lahana yaprak bitinin üreme potansiyelini önemli ölçüde azalttığını ve yüksek oranda ölüme yol açtığını tespit etmişlerdir.

Araştırma sonuçlarımıza göre özellikle düşük doz ve uygulama süresinde daha yüksek fumigant etki gösteren rezene ve kekik uçucu yağlarının biyofumigant potansiyeline sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

Ekler

Bu makale Orhan Mülayim'in yüksek lisans çalışmasından alınmıştır. 5-8 Eylül 2016 yılında Konya'da yapılan Bitki Koruma Kongresinde özet olarak yayınlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı : Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Adorjan B., & Buchbauer G. (2010). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Flavour Fragr. J.* 25:407–426.
- Alghamdi A.S. (2018). Insecticidal effect of four plant essential oils against two aphid species under laboratory conditions. *Journal of Applied Biology & Biotechnology* Vol. 6(2), 27-30, Mar-Apr,2018 DOI:10.7324/JABB.2018.60205.
- Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., & Idoamar M., (2008). Biological effects of essential oils- a review. *Food and chemical Toxicology.* 46(2):446-475.
- Baytop, T. (1994). Türkiye’de Tıbbi ve Kokulu Bitkilerin Kullanılışına Tarihsel Bir Bakış. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni*, Sayı 10, s.24-27.
- Blackman R.K., & Eastop V.F. (2017) Taxonomic issues. In: van Emden H, Harrington R (eds) Aphids as crop pests, 2nd edn. *CABI Publishing, Wallingford*, 1–36
- Ceylan, A., (1987). Tıbbi Bitkiler 2. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:481. İzmir.
- El-Gengaihi, S.E., Amer, S.A.A and Mohamed, S.M. (1996). Biological Activity Of Thyme Oil And Thymol Against *Tetranychus urticae* Koch. *Anz. Schadlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 69: 157-159.
- Erlor, F. (2000). *Bitki kökenli Bileşiklerin Böcek ve Akarlarla Mücadelede Kullanılma Potansiyeli Üzerinde Araştırmalar*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi. Antalya.
- Genrty, A. H. (1993). Tropical forest diversity and the potential for new medicinal plants. Pages 13-24 in Human Medicinal Agents from Plants. Eds A.D. Kinghorn and M.F. Balandrin, ACS Symp. Ser.543.
- Hussain A. İ., Anwar F., İqbal T., & Bhatti İ. A. (2011). Antioxidant attributes of four Lamiaceae Essential oils. *Pak. J. Bot.* 43(2):1315-1321.
- İkbal C., & Pavela R. (2019). Essential oils as active ingredients of botanical insecticides against aphids . *Journal of Pest Science* June 2019, Volume 92, 3, 971–986.
- İsman, M. B., (1997). Neem And Other Botanical Insecticides: Barriers To Commercialization. *Phytoparasitica*, 25(4): 339- 344.
- İsman, B. M. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. Faculty of Agricultural Sciences, University of British Columbia-Canada.
- İsman M.B., & Grlenelsen M. L. (2014). Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trends Plant Sci* 19:140-145.
- İşık M., & Görür G., (2009). “Aphidicidal activity of seven essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae)”, *Mun. Ent. Zool.*, vol. 4, no. 2, pp. 424-431.
- Kan, Y., Arslan, N., Altun, L. ve Kartal, M. (2005). Türkiye’de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kültürünün Ekonomik Önemi.15. *BİHAT Toplantısı Bildirisi* (5- 7 Ekim 2005), Antalya.
- Koschier, E.H., Sedy, K.A. and Novak, J. (2002). Influence of Plant Volatiles on Feeding Damage Caused by the Onion Thrips *Thrips tabaci*. *Crop Protection*, Volume 21, (5), 419-425.
- Koul O., Walla S., & Dhaliwal G.S. (2008). Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. *Biopestic. Int.* 4(1):63–84.
- Lang G., & Buchbauer G. (2012). A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. *Flavour Fragr. J.* 27:13–39.
- Öncüer, C. (2000). *Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntem ve İlaçları*. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No:13, 4. Baskı, Aydın, 333 s.
- Perrucci, S. (1995). Acaricidal activity of some essential oils and their constituents against *Tyrophagus longior*, a mite of stored food. *J. Food Pr.*, 58(5):560-563.
- Saraç, A. and Tuñç, İ. (1995). Residual toxicity and repellency of essential oils to stored product Insects. *Z. Pflkrankh. Pflschutz.*, 102 (4): 429-434.
- Shanker, C. and K.R. Solanki. (2000). Botanical insecticides: A Historical Perspective. *India, Asian Agrihistory* 4(2): 21- 30.
- Tuñç, İ. and Şahinkaya Ş., (1998). Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Ent. Exp. Et Appl.*, 86: 183-187.
- Türküsay, H. and Onoğur, E. (1998). Bazı bitki ekstraktlarının *In vitro* antifungal etkileri üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* 22: 267-271.
- Uygun, N., Ulusoy, M. R., & Karaca, İ., (2013). Meyve ve bağ zararlıları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. Genel Yayın No:252, Yayın No: A-81, Adana, 344s.
- Yeşilayer A., Aslan H.N. (2018). Bazı kekik türlerinden elde edilen uçucu yağların iki Noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae* Koch, Acari: Tetranychidae) üzerine repellent etkisi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 2018: 6 13- 20 ISSN: 2147-8384 / e-ISSN: 2564-6826.
- Zhang Q., Li Z., Chang C.H., Lou J.L., Zhao M.R., & Lu C. (2018). Potential human exposures to eonicotinoid insecticides: a review. *Environ Pollut* 236:71–81.
- Zyla D, Homan A., Weglerek P. (2017). Polyphyly of the extinct family Oviparosiphidae and its implications for inferring aphid evolution (Hemiptera, Sternorrhyncha). *PLOS ONE* 12:e0174791. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174791>.



Düşük sıcaklık koşullarında fosfin fümigasyonunun bazı depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerine etkisi

The effect of phosphine fumigation on some stored product pests at low-temperature conditions

Sait ERTÜRK^{1*} , Umut TOPRAK² 

^{1*} Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Yenimahalle, Ankara, Türkiye

² Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki koruma Bölümü, Dışkapı, Ankara, Türkiye

To cite this article:

Ertürk, S. & Toprak, U. (2020). Düşük sıcaklık koşullarında fosfin fümigasyonunun bazı depolanmış ürün zararlısı böcekler üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 204-211.
DOI:10.29050/harranziraat.669245

Address for Correspondence:

Sait ERTÜRK

e-mail:

saiterturk@gmail.com

Received Date:

02.01.2020

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

Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede yoğun şekilde sentetik fümigantlar kullanılmaktadır. Kullanılan bu fümigantların içinde fosfin gazı (PH₃) önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada fosfin gazının düşük sıcaklıklarda ki toksik etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Pirinç biti [*Sitophilus oryzae* Linnaeus, 1763 (Coleoptera: Curculionidae)], Un biti [*Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)] ve Kıрма biti [*Tribolium confusum* Jaquelin Du Val, 1868 (Coleoptera: Tenebrionidae)]'nin erginleri 4, 9 ve 24 saatlik uygulama sürelerinde 150, 300 ve 600 ppm fosfin gaz konsantrasyonları ile 1 °C ve 2.5 °C'lik düşük sıcaklık koşullarında ölüm oranları araştırılmıştır. Çalışmada *T. castaneum* ve *T. confusum* için 150 ppm dozda 4 saatlik uygulama süresinde ve 1 °C sıcaklık koşullarında sırasıyla % 61.06 ve % 78.15'lik ölüm oranı elde edilmiştir. Buna karşın bu değerde aynı koşullarda *S. oryzae* için % 0.20'lik ölüm oranı elde edilmiştir. Çalışmalar 2019 yılı Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuvarında yürütülmüştür. Bu çalışma ile düşük sıcaklık altında fosfin gazı toksisitesinin uygulama süresi ve doz artışına paralel olarak arttığı ve her üç böcek türünde de mutlak ölümün sağlandığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Depolanmış ürün zararlıları, Fosfin, Düşük sıcaklık, Toksikite

ABSTRACT

Synthetic fumigants are extensively used for the control of stored product pests. Among these fumigants, phosphine gas (PH₃) has an important role. In this study, the toxic effect of phosphine gas was investigated at low temperatures. For this purpose, adult stages of Rice weevil [*Sitophilus oryzae* Linnaeus, 1763 (Coleoptera: Curculionidae)], Red flour beetle [*Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)] and Confused flour beetle [*Tribolium confusum* Jaquelin Du Val, 1868 (Coleoptera: Tenebrionidae)] were exposed to 150, 300 and 600 ppm phosphine gas concentrations at 4, 9 and 24 hours and 1 and 2.5 °C low temperatures. It was obtained that, at 150 ppm dose, 4 hours exposure period and 1 °C temperature conditions the mortality rates for *T. castaneum* and *T. confusum* 61.06 % and 78.15 %, respectively. On the other hand, only 0.20 % mortality rate was obtained for *S. oryzae* under the same conditions. The studies were carried out in the stored product pests laboratory of the Plant Protection Central Research Institute in 2019. It was revealed that the mortality rate increases in all three insect species with increasing exposure time and dose under low temperature conditions.

Key Words: Stored product pests, Phosphine, Low temperature, Toxicity

Giriş

Böcekler hiç şüphesiz ki dünya üzerinde farklı besin kaynaklarından faydalanabilen, değişik ekolojik koşullara adapte olmuş ve diğer bir çok hayvan türünün sayısından daha fazla tür çeşitliliği gösteren canlı grubudur. Bu böcek gruplarından özellikle depolanmış hububatta zararlı olanlar ürünlerde istenmeyen koku, kızışma, çimlenmede azalma, sekonder fungal ve bakteriyel bulaşmalara yol açmakta ve ürünün ticari değeri ortadan kalkmaktadır (Sallam, 1999). Depolanmış ürün zararlısı böceklerin büyük çoğunluğu Coleoptera ve Lepidoptera takımına bağlı türlerdir (Khare, 1994). Depolanmış ürün zararlıları içerisinde ülkemizde ve dünyada önemli yer tutan özellikle uzun süreli depolanan ürünlerde sorun olarak karşımıza çıkan, pirinç biti [*Sitophilus oryzae* Linnaeus, 1763 (Coleoptera: Curculionidae)], un biti [*Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)] ve kırma biti [*Tribolium confusum* Jaquelin Du Val, 1868 (Coleoptera: Tenebrionidae)] önemli bir yer tutmaktadır (Bağcı ve ark., 2014). Yapılan çalışmalarda depolanmış ürün zararlısı böcekler ile bulaşık ürünlerdeki kayıp oranlarının % 100'e kadar ulaştığı görülmektedir (Sallam, 2013). Ülkemizde bu zararlılar ile farklı şekillerde mücadele edilmekle birlikte en yaygın ve sıklıkla kullanılan mücadele metodu kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadeleden ise uygulama kolaylığı ve geniş etki spektrumuna sahip olması açısından fümigantlar ön plandadır. Metil bromid birçok alanda kullanılan başarılı bir fümigant olmasına rağmen 1992 yılında Montreal Protokolü ile ozon tabakasını tüketen maddeler sınıfına alınmış ve gelişmiş ülkelerde 2005 yılında kullanımı sonlandırılmıştır (Anonymous, 1998; TEAP, 2000). Ülkemizde ise metil bromid kullanımına 2007 yılında son verilmiş ve sadece taşıma öncesi ve karantina amaçlı uygulamalar dışında kullanımı yasaklanmıştır.

Ülkemizde depolanmış ürünlerde zararlı böceklerle yönelik olarak sadece fosfin (PH₃) ve sülfiril florit (SF) aktif maddeli preparatlar kullanılmaktadır. Fosfin gazı ülkemizde farklı

formülasyonlar halinde uzun süreden beri kullanılmakta olan ve ilk kez 1972 yılında tütün, mısır, kuru meyve, hububat ve baklagillerde zararlı organizmalar için ruhsatlandırılmış ve halen kullanılmakta olan bir fümiganttir. Fosfin gazına göre oldukça yeni sayılan ve ülkemizde ilk defa 2009 yılında kuru meyvelerde zararlı böcekler için ve boş hacim uygulamalarında ruhsatlandırılan sülfüril florit bir diğer fümiganttir (Anonim, 2019).

Fosfin veya hidrojen fosfid (PH₃), düşük moleküler ağırlıklı (34.04 akb), yüksek buhar basıncına sahip (20 °C 34.2 atm.), hızlı bir şekilde dağılabilen ve tahıl yığınları, paketlenmiş ürün ve materyallere iyi bir nüfuz kabiliyeti olan, düşük kaynama noktalı (-87.4 °C) bir bileşiktir (Bond, 1984). Bu gaz tüketiciye birçok farklı formülasyonda sunulmaktadır. Bu preparatlar doğrudan gaz formundaki formülasyonlar (ECO₂FUME, VAPORPH₃OS) halinde kullanılabilirdiği gibi, fosfin gazı metal fosfitler şeklinde (Alüminyum fosfit, magnezyum fosfit, çinko fosfür) bir tablet, pellet, granül ya da toz preparat haline getirilerek de tüketiciye sunulmaktadır. Alüminyum fosfit yaklaşık 3 g'lık pelletler halinde ticari preparat olarak satılmakta ve atmosferik nem ya da mide de bulunan hidroklorik asit ile karşılaşınca içeriğinde toksik olan fosfin gazı açığa çıkmaktadır (Gurjar et al., 2011). Açığa çıkan gaz renksiz olup böcekler buldukları ortamda solunuma devam ettikleri sürece stigmaları vasıtası ile vücuda giriş yapmakta ve mitokondrilerdeki sitokrom-c oksidaz enzimini inhibe ederek ölüme yol açmaktadır (Price, 1985).

Metalik fosfitlerin belirli sıcaklık ve nem değerlerinde bulunduğu ortamda fosfin gazı salınımı yaptığı bilinmektedir (Banks, 1991; Chadda, 2016). Ancak düşük sıcaklık koşullarında fosfin gazının böcekler üzerindeki etkisi net olarak ortaya konulmamıştır. Bu çalışma ile fosfin gazının belirli düşük sıcaklıklarda depolanmış ürün zararlısı olan pirinç biti, kırma biti ve un biti erginlerine karşı toksik etkisi araştırılmıştır. Çalışmalar 2019 yılı Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuvarında yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Test böceklerinin yetiştirilmesi

Denemelerde kullanılan *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum* ve *T. confusum* Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuvarında bulunan kültürlerden elde edilmiştir. *Tribolium castaneum* ve *T. confusum* yetiştirilmesinde buğday kırması kullanılmıştır. Bu amaçla yumuşak beyaz ekmeklik buğday, Haseki Yk-99 model yem kırma makinesinde öğütülmüş ve elde edilen kırılmış buğdaya % 5 oranında kuru maya eklenerek [*Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex Hansen (Saccharomycetales: Saccharomycetaceae)] böceklerin sağlıklı bir şekilde çoğalabilmesi için kültür besini elde edilmiştir. *Sitophilus oryzae* üretiminde ise sağlam yumuşak beyaz ekmeklik buğday kullanılmıştır. Böcekler, ağızları tül ile kapatılmış bir litre hacimli kavanozlarda 25 °C sıcaklık ve % 65±5 orantılı neme sahip böcek yetiştirme odasında yetiştirilmiştir (Ertürk ve ark., 2017). Ergin böceklerde cinsiyet ayırımı yapılmamış bir-dört hafta yaşlı bireyler kullanılmıştır. Bu böcekler 20 ml hacimli PVC'den yapılmış, içerisinde besin bulunan, ağzı kapalı ve fakat fümigantın girişine izin verecek, böceğin kaçışını engelleyecek şekilde üzerinde 1mm çapında delikler açılmış olan test kaplarına yerleştirilmiştir.

Fosfin gazının eldesi

Fosfin gazı, % 5 sülfürik asit çözeltisi içinde süspansiyon edilmiş % 57'lik ticari alüminyum fosfin tablet formülasyonu kullanılarak bir gaz büretinden elde edilmiştir (FAO, 1975). Fosfin gazı Hamilton marka gaz geçirmez şırınga (1 ve 5 ml) vasıtasıyla gaz büretinden çekilerek özel olarak hazırlanmış 3 L hacimli, test kapları içerisinde ergin böceklerin bulunduğu, gaz geçirmez fümigasyon birimlerinin üzerinde bulunan bir septumdan enjekte edilmiştir (Şekil 1).

Fümigant aktivite çalışmaları

Denemeler 1 °C ve 2.5 °C sıcaklık; 4, 9 ve 24 saat uygulama süresi ve koşullarında yürütülmüştür.

Düşük sıcaklık eldesi için Öztiryakiler marka GN 2/1 tip buzdolabı kullanılmış, Onset HOBO UX100 model veri toplayıcı ile sıcaklık ölçümleri takip edilmiştir. Fosfin gazı konsantrasyon ölçümleri için Uniphos Fumisense Pro marka elektrokimyasal sensörlü ölçüm cihazı kullanılmıştır. Olası kaçakların tespiti amacıyla Dräger Pac® 7000 gaz detektörü kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda *T. castaneum*, *T. confusum* ve *S. oryzae*'de 150, 300 ve 600 ppm fosfin gaz konsantrasyonları denemeye alınmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her bir tekerrürde 20 adet ergin birey kullanılmıştır. Kontrol grubunda herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Fümigant uygulaması yapıldıktan hemen sonra, fümigasyon birimleri düşük sıcaklık şartlarına alınmıştır. Fümigasyon etkisinin belirlenmesi amacıyla böcek uygulamanın ardından 25 °C sıcaklık ve % 65±5 orantılı nem ve karanlık koşuldaki böcek yetiştirme odasında 24 saat bekletildikten sonra ölü ve canlı böcek sayımı yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışmalarda kullanılan 3 L hacimli fümigasyon birimleri ve fosfin gazı ölçüm cihazı

Figure 1. 3 L volume fumigation units and phosphine gas measuring device used in the studies

İstatistikî analizler

Fosfin gazı uygulamalarından elde edilen sonuçlar önce yüzde ölüm değerlerine çevrilmiş

daha sonra Arcsin transformasyonuna tabi tutulmuştur. Bu veriler ile varyans analizi yapılmıştır. Ayrıca uygulamalar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma ortaya konmuştur. Analizler MINITAB Release 18 programı yardımıyla yürütülmüştür.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Fosfin gazının düşük sıcaklık koşullarında *T. castaneum*, *T. confusum* ve *S. oryzae*'deki toksik etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada her üç tür için farklı ölüm oranları elde edilmiştir. *T. castaneum* için en düşük ölüm oranı dört saatlik uygulama

süresi bakımından 150 ppm dozunda % 61.06'lık ölüm oranı elde edilirken bu oran aynı süre ve doz koşullarında 2.5 °C sıcaklıkta % 98.18 olarak tespit edilmiştir. 24 saatlik uygulama süresi ve 2.5 °C sıcaklıkta ise çalışılan bütün dozlarda % 100 ölüm elde edilmiştir 300 ppm dozda en düşük ölüm oranı dokuz saatlik uygulama süresi ve 1 °C'lik sıcaklık koşullarında % 98.81 olarak belirlenmiş ve bu ölüm oranını aynı sıcaklık koşulunda 4 saatlik uygulama süresinde % 99.80'lik ölüm oranı izlemiştir. 600 ppm dozunda 2.5 °C sıcaklıkta % 99.80'lik ölüm oranı, 9 saatlik uygulama süresinde elde edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Fosfin gazının farklı sıcaklık, süre ve uygulama dozlarının *Tribolium castaneum*'a karşı toksisitesi
Table 1. Toxicity of phosphine gas to *Tribolium castaneum* at different temperatures, time and application doses

Doz Dosage (ppm)	% Ölüm±SE Mortality %±SE					
	4 saat 4 hours		9 saat 9 hours		24 saat 24 hours	
	1 °C	2.5 °C	1 °C	2.5 °C	1 °C	2.5 °C
150	61.06±0.2b ¹	98.18±0.68b	96.47±1.48a	99.80±0.45a	99.80±0.45a	100.00±0a
300	99.80±0.45a	100.00±0a	98.81±1.05a	100.00±0.a	100.00±0a	100.00±0a
600	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a	99.80±0.45a	100.00±0a	100.00±0a
Kontrol Control	0.20±0.45c	0.00±0c	0.00±0b	0.00±0b	0.41±0.92b	0.00±0b

¹Aynı sütunu takip eden farklı harfler arasında istatistiki anlamda fark vardır (Anova, P<0.05. Tukey test).

Different letters in the same row indicate that the differences between the means are significant (Anova, P<0.05. Tukey test)

SE: Standart hata

SE: Standard error

Tribolium confusum için yapılan çalışmalarda ise en düşük % 78.15'lik ölüm oranı ile 150 ppm dozunda, 1 °C sıcaklık ve 4 saatlik uygulama süresi sonunda elde edilmiştir. Aynı koşullar altında 2.5 °C derece sıcaklıktaki ölüm oranı % 97.63 olarak belirlenmiştir. Buna benzer bir durum dokuz saatlik uygulama süresinde de görülmüş ve ölüm oranları 150 ppm dozda 1 ve 2.5 °C derecelik sıcaklıklar için sırasıyla % 94.62 ve % 99.19 olarak tespit edilmiştir.

24 saatlik uygulama süresi 1 ve 2.5 °C derecelik sıcaklıklar ve bütün dozlarda mutlak ölüm görülmüştür. 300 ppm doz çalışmalarında 1 °C sıcaklıkta 4 ve 9 saatlik uygulama sürelerinde % 99.19'luk ölüm elde edilmiştir. 600 ppm doz uygulamalarında ise sadece 2.5 °C derecelik sıcaklıkta % 99.80'lik ölüm oranı elde edilmiş, diğer bütün sıcaklık, zaman ve doz değerlerinde mutlak ölüm görülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Fosfin gazının farklı sıcaklık, süre ve uygulama dozlarının *Tribolium confusum*'a karşı toksisitesi
Table 2. Toxicity of phosphine gas to *Tribolium confusum* at different temperatures, time and application doses

Doz Dosage (ppm)	% Ölüm±SE Mortality %±SE					
	4 saat 4 hours		9 saat 9 hours		24 saat 24 hours	
	1 °C	2.5 °C	1 °C	2.5 °C	1 °C	2.5 °C
150	78.15±0.14b ¹	97.63±0.95a	94.62±0.99b	99.19±0.68a	100.00±0a	100.00±0a
300	99.19±0.68a	100.00±0a	99.19±0.68a b	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a
600	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a	99.80±0.45a	100.00±0a	100.00±0a
Kontrol Control	0.00±0c	0.00±0b	0.00±0c	0.00±0b	0.63±1.4b	0.63±1.4b

¹Aynı sütunu takip eden farklı harfler arasında istatistiki anlamda fark vardır (Anova, P<0.05. Tukey test).

Different letters in the same row indicate that the differences between the means are significant (Anova, P<0.05. Tukey test)

SE: Standart hata; SE: Standard error

Çizelge 3. Fosfin gazının farklı sıcaklık, süre ve uygulama dozlarının *Sitophilus oryzae*'ye karşı toksisitesiTable 3. Toxicity of phosphine gas to *Sitophilus oryzae* at different temperatures, time and application doses

Doz Dosage (ppm)	% Ölüm±SE Mortality %±SE					
	4 saat 4 hours		9 saat 9 hours		24 saat 24 hours	
	1 °C	2.5 °C	1 °C	2.5 °C	1 °C	2.5 °C
150	0.20±0.45 ¹	90.34±1.49b	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a
300	100.00±0a	97.63±0.95ab	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a
600	98.18±0.68a	99.80±0.45a	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a	100.00±0a
Kontrol Control	0.00±0b	0.20±0.45c	7.93±0.06b	0.00±0b	6.85±0.17b	0.00±0b

¹Aynı sütunu takip eden farklı harfler arasında istatistiki anlamda fark vardır (Anova, P<0.05. Tukey test).

Different letters in the same row indicate that the differences between the means are significant (Anova, P<0.05. Tukey test)

SE: Standart hata

SE: Standard error

Çizelge 4. *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum* ve *Sitophilus oryzae* ölümü üzerine böcek türü, sıcaklık, zaman ve doz etkileşimlerine ait varyans analiz tablosuTable 4. Analysis of variance of insect species, temperature, time and dose interactions on the mortality of *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum* and *Sitophilus oryzae*

Faktör Source	Df	F	P
Böcek Insect	2	0.20	0.820
Doz Dosage	3	7802.76	0.000
Zaman Time	2	187.14	0.000
Sıcaklık Temperature	1	27.63	0.000
Böcek*doz Insect*dosage	6	24.25	0.000
Böcek*zaman Insect*time	4	50.67	0.000
Böcek*sıcaklık Insect*temperature	2	2.90	0.057
Doz*zaman Dosage*time	6	89.74	0.000
Doz*sıcaklık Dosage* temperature	3	101.68	0.000
Zaman*sıcaklık Time* temperature	2	74.84	0.000
Böcek*doz*zaman Insect*dosage*time	12	14.12	0.000
Böcek*doz*sıcaklık Insect*dosage*temperature	6	20.70	0.000
Böcek*zaman*sıcaklık Insect*time*temperature	4	20.48	0.000
Doz*zaman*sıcaklık Dosage*time*temperature	6	39.85	0.000
Böcek*doz*zaman*sıcaklık Insect*dosage*time*temperature	12	11.16	0.000
Hata Error	288		
Genel Toplam Total	359		

Sitophilus oryzae en düşük ölüm 1 °C derecelik sıcaklık koşullarında, 4 saatlik uygulama süresi ve

150 ppm dozda % 0.20'lik ölüm oranı ile kontrol grubuyla aynı grupta yer almıştır. Sıcaklığın

artmasıyla beraber ölüm oranı % 90.34 olarak belirlenmiş ve farklı bir istatistik grupta yer almıştır. Mutlak ölüm açısından, diğer iki türden farklı şekilde 9 ve 24 saatlik uygulama süresi ve 1 ve 2.5 °C derece sıcaklık koşullarındaki bütün dozlarda % 100 ölüm meydana gelmiştir. 300 ppm doz uygulaması ve 2.5 °C derece sıcaklık koşulunda 4 saatlik maruziyet sonunda % 97.63'lük ölüm oranı elde edilirken, çalışılan diğer bütün doz, zaman ve sıcaklıklarda % 100'lük görülmüştür. Buna karşın 600 ppm dozda 1 ve 2.5 °C derece sıcaklık koşulları ve 4 saatlik uygulama süresi sonunda ölüm oranları sırası ile % 98.18 ve % 99.80 olarak belirlenmiştir. Diğer doz, sıcaklık ve zaman koşullarında %100'lük mutlak ölüm elde edilmiştir (Çizelge 3).

Tribolium castaneum, *T. confusum* ve *S. oryzae* 'nin böcek*doz*zaman*sıcaklık faktörleri bakımından varyans analiz tablosu incelendiğinde önemli derecede interaksiyon (F=11,6; P<0,05) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Depolanmış ürün zararlısı böceklerin büyük çoğunluğu tropik ya da subtropikal alanlardan dünyaya yayılmışlardır. Ancak bu böcekler düşük sıcaklıkların görüldüğü alanlarda da yayılma eğilimi göstermektedirler. Depolanmış ürün zararlısı böceklerin yaşaması için en ideal sıcaklık ve nem değerleri 25-32 °C derece sıcaklık ve % 65-75 oransal nemdir (Howe, 1965; Fields, 1992). Depolanmış ürün zararlısı böcekler karşı düşük sıcaklık koşullarının (3 °C'den -18 °C'ye) böceklerin hareketinde yavaşlama, hareketin durması, haftalara yayılan ve ölümlerle sonuçlanan bir zararının olduğu ortaya konmuştur (Fields and White 2002; Adler 2010). Benzer şekilde bu çalışma yapılan diğer çalışmalara paralel şekilde sonuçlanmış, 1 ve 2.5 °C derecelik sıcaklık uygulamalarının özellikle kontrol grubundaki test böceklerinde geçici hareketsizliği sebep olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular bakımından varyans analiz tablosunda böcek türleri arasında önemli bir interaksiyon çıkmamasına rağmen, Madrid et al., (1990) yapmış oldukları çalışmada düşük sıcaklığa karşı en dayanıklı türün *T. castaneum* olduğunu bildirmişlerdir.

Bond (1984), böceklerle mücadelede kullanılan fümigantların en yüksek insektisidal etkiyi

göstermesi için gereken sıcaklıkların 10-35 °C derece sıcaklık arasında değiştiğini ve sıcaklık artışının fümigasyon işlemini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Aulicky et al., (2015) 19.6-20.4°C arasında değişen sıcaklıklarda *T. confusum*'un yumurta dönemine karşı yapılan değirmen fümigasyonunda mutlak ölüm elde edememişlerdir. Her ne kadar bu çalışmada *T. confusum*'un yumurta dönemi çalışılmamış olsa da bulgular göstermektedir ki belirli süre, doz ve sıcaklıklarda ergin bireylere karşı çok düşük sıcaklık ve boş hacim fümigasyonunda % 100 ölüm elde edilmiştir.

Düşük sıcaklıklarda böceklerde görülen metabolizma hızının yavaşlaması ve buna bağlı olarak solunumun azalması sonucu fosfin toksisitesinin doğrudan etkilendiği genel olarak kabul edilmektedir (Cotton, 1932; Evans, 1980). Böceklerin gelişme döneminin erken evrelerinde görülen fosfin gazına karşı daha dayanıklı kabul edilirken, ileri dönemlerde bu dayanıklılığın azaldığı bilinmektedir (Howe, 1974; Bell, 1976; Hole et al., 1976). Bu denemede çalışılan her üç böcek türünün ergin evreleri kullanılmış olup, ergin evrenin fosfine karşı daha hassas olduğu düşünülmektedir.

Böceklerde PH₃ toksisitesi, çevre sıcaklıktan etkilenmekte olup bu çalışmada da görüleceği üzere sıcaklık artışı PH₃'ün fümigant aktivitesini artırmıştır. Kyung et al., (2018) *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae)'in yumurta dönemine karşı yapmış oldukları çalışmada LT₉₉ değerinin 2 °C ve 5 °C derece sıcaklıkta, 24 saatlik uygulama süresi sonunda sırasıyla 98.17 ve 64.69 mg·h L⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir.

Genel bir uygulama pratiği olarak çevre sıcaklığının 10 °C altına düşmesi sonucunda fümigantlar ile böcekleri öldürmek gittikçe zorlaşmaktadır. Ancak özellikle düşük sıcaklıkta fosfin gazı uygulamasının taze meyve, sebze ve kesme çiçeklerde görülen fitotoksisiteyi azaltmasının yanı sıra 0-15 °C sıcaklık değerleri arasında yapılan fosfin gazı uygulamasının, *Tetranychus urticae* Koch, *Pseudococcus longispinus*, *Frankliniella occidentalis*, *Cydia*

pomonella, *Carposina niponensis* ve *Bactrocera correcta* (Bezzi) gibi çeşitli zararlılar üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Horn and Horn 2004; Horn et al., 2005; Liu 2008; Bo et al., 2010; Jamieson et al., 2012; Zhang et al., 2012; Rogers et al. 2013; Liu et al., 2015). Yapılan bu çalışma sonucu elde edilen veriler araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalara benzerlik göstermiştir. Ayrıca düşük sıcaklıklarda fümigantın penetrasyon kabiliyetini etkileyen absorpsiyon en önemli fiziksel faktördür (Bond, 1984). Bu çalışmada her ne kadar fümigant absorpsiyonuna yönelik bir veri üretilmemiş olsa da, uygulanan sıcaklıklar özellikle ürün absorpsiyonu göz ardı edildiğinde düşük sıcaklıklarda da çalışılan türler yönüyle etkili sonuçlar alınacağı ortaya konmuştur. Ayrıca düşük sıcaklık altında dormant haldeki tohum ve bitki kısımlarına PH₃ fümigasyonu yapılacaksa, bu ürünler üzerinde yüksek sıcaklığın getirmiş olduğu fizyolojik mekanizmaların olası uyarıcı etkisinden kaçınılarak muhtemel fitotoksisiden kaçınılabileceği de düşünülmektedir.

Sonuçlar

Depolanmış ürün zararlılarına fümigasyon amacı ile kullanılan fümigantlar içerisinde fosfin gazı ülkemizde ve dünya sıklıkla başvurulan bir kimyasaldır. Bu kimyasalın metalik fosfit formülasyonları (alüminyum fosfit, magnezyum fosfit vb.) belirli sıcaklık ve sürelerde hava nemi ile tepkimeye girerek öldürücü etkiye sahip olan fosfin gazının açığa çıkmasına neden olur. Bu çalışma ile fosfin gazının FAO metodu kullanılarak elde edilmesi ve düşük sıcaklık ve belirli süreli maruziyetinin Piriç biti, Kıрма ve Un bitlerinin ergin dönemlerine karşı toksik etkisi ortaya konmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarından elde edilen veriler göstermiştir ki gelecek araştırmalar için düşük sıcaklık çalışmalarının sadece ergin dönem için değil, böceklerin diğer biyolojik dönemlerinin de çalışılması ve etkisinin ortaya konması gerekmektedir. Ayrıca uluslararası ticarete konu olan tarımsal ürünlerin ilgili ülkenin bitki sağlığı gerekliliklerine -özellikle fümigasyon açısından- uygun şekilde yapılabilmesi süre,

sıcaklık ve doz gibi faktörlerin belirlenmesi, sadece boş hacim fümigasyonuna yönelik değil aynı zamanda uygulama yapılan ürünlere yönelik olarak fitotoksisite ve kalite parametrelerine olan etkilerinin de araştırılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Kaynaklar

- Anonim, (2019). Bitki koruma ürünleri veri tabanı, <https://bku.tarim.gov.tr/Arama/Index>. (Erişim tarihi:16.12.2019).
- Anonymous, (1998). Methyl Bromide Technical Options Committee, Assessment of Alternatives to Methyl Bromide. *United Nations Environmental Programme, Ozone Secretariat*. Nairobi, Kenya, 374 pp.
- TEAP, (2000). Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer: *United Nations Environmental Programme Technology and Economic Assessment Panel*. April 2000 Rep. United Nations.
- Aulicky, R., Stejskal, V., Frydova, B., ve Athanassiou, C. G. (2015). Susceptibility of two strains of the confused flour beetle (Coleoptera: Tenebrionidae) following phosphine structural mill fumigation: effects of concentration, temperature, and flour deposits. *Journal of Economic Entomology*, 108(6), 2823-2830.
- Banks, H. J. (1991). Influence of water and temperature on release of phosphine from aluminium phosphide-containing formulations. *Journal of Stored Products Research*, 27(1), 41-56.
- Bell, C. H., Price, N., & Chakrabarti, B. (1996). *The methyl bromide issue*. John Wiley and Sons. New York, NY.
- Bell, C. H. (1976). The tolerance of developmental stages of four stored product moths to phosphine. *Journal of Stored Products Research*, 12(2), 77-86.
- Bond, E. J. (1984). Manual of Fumigation for Insect Control; FAO Plant Production and Protection Paper 54; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy.
- Chadda, I. C. (2016). Fumigation with phosphine-a perspective. *Indian Journal of Entomology*, 78(special), 39-44.
- Cotton, R. T. (1932). The relation of respiratory metabolism of insects to their susceptibility to fumigants. *Journal of Economic Entomology*, 25(5), 1088-1103.
- Ertürk, S., Yılmaz, A., Fırat, T. A., ve Alkan, M. (2017). Trans-anethole ve karbondioksit karışımının *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum* ve *Sitophilus oryzae*'ye karşı fümigant etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 57(3), 391-400.
- Evans, D. E. (1980). Further studies on acclimatization to low temperatures in the grain weevils *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitophilus granarius* (L.). *Australian Journal of*

- Ecology*, 5(4), 371-378.
- Fields, P. G. (1992). The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 28(2), 89-118.
- Fields, P. G., ve White, N. D. (2002). Alternatives to methyl bromide treatments for stored-product and quarantine insects. *Annual Review of Entomology*, 47(1), 331-359.
- FAO, (1975). Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides—Tentative method for adults of some major pest species of stored cereals, with methyl bromide and phosphine. FAO Method No. 16. *FAO Plant Protection Bulletin*, 23, 12-25.
- Gurjar, M., Baronia, A. K., Azim, A., ve Sharma, K. (2011). Managing aluminum phosphide poisonings. *Journal of Emergencies, Trauma and Shock*, 4(3), 378–384.
- Hole, B. D., Bell, C. H., Mills, K. A., ve Goodship, G. (1976). The toxicity of phosphine to all developmental stages of thirteen species of stored product beetles. *Journal of Stored Products Research*, 12(4), 235-244.
- Horn, F., ve Horn, P. (2004). Fresh fruit fumigation with phosphine as alternative for methyl bromide. In *Proceedings of 2004 Annual Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions* (Vol. 31).
- Horn, F., Horn, P., ve Sullivan, J. (2005). Current practice in fresh fruit fumigation with phosphine in Chile. In *Proceedings of 2005 Annual Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions* (Vol. 31).
- Howe, R. W. (1965). A summary of estimates of optimal and minimal conditions for population increase of some stored products insects. *Journal of Stored Products Research*, 1(2), 177–184.
- Howe, R. W. (1974). Problems in the laboratory investigation of the toxicity of phosphine to stored product insects. *Journal of Stored Products Research*, 10(3-4), 167-181.
- Jamieson, L. E., Page-Weir, N. E. M., Chhagan, A., Brash, D. W., Klementz, D., Bycroft, B. L., ... ve Woolf, A. B. (2012). Phosphine fumigation to disinfest kiwifruit. *New Zealand Plant Protection*, 65, 35-43.
- Khare, B. P. (1994). Pests of stored grain and their management. Kalyani Publishers, New Delhi. 304 pp.
- Kyung, Y., Kim, H. K., Lee, J. S., Kim, B. S., Yang, J. O., Lee, B. H., ... ve Kim, G. H. (2018). Efficacy and phytotoxicity of phosphine as fumigants for *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on asparagus. *Journal of Economic Entomology*, 111(6), 2644-2651.
- Bo, L., Fanhua, Z., ve Yuejin, W. (2010). Toxicity of phosphine to *Carposina niponensis* (Lepidoptera: Carposinidae) at low temperature. *Journal of Economic Entomology*, 103(6), 1988-1993.
- Liu, Y. B. (2008). Low temperature phosphine fumigation for postharvest control of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on lettuce, broccoli, asparagus, and strawberry. *Journal of Economic Entomology*, 101(6), 1786-1791.
- Madrid, F. J., White, N. D. G., ve Loschiavo, S. R. (1990). Insects in stored cereals, and their association with farming practices in southern Manitoba. *The Canadian Entomologist*, 122(3), 515-523.
- Price, N. R. (1985). The mode of action of fumigants. *Journal of Stored Products Research*, 21(4), 157-164.
- Sallam, M. N. (2013). Insect damage: damage on post-harvest. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Available online at: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Post_Harvest_Compensation_-_Pests-Insects.pdf.



Şanlıurfa ilinde besiye alınmış farklı sığır ırklarının besi performanslarının ve karkas özelliklerinin karşılaştırılması

The comparison of fattening performance and carcass characteristics of different cattle breeds raised in Sanliurfa province

Ayşe PINARBAŞI¹ , Kemal YAZGAN^{1*} 

¹Harran üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Şanlıurfa

To cite this article:

Pınarbaşı, A. & Yazgan, K. (2020). Şanlıurfa ilinde besiye alınmış farklı sığır ırklarının besi performanslarının ve karkas özelliklerinin karşılaştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2):212-221.
DOI: 10.29050/harranziraat.669266

Address for Correspondence:

Kemal YAZGAN

e-mail:

kyazgan@harran.edu.tr

Received Date:

02.01.2020

Accepted Date:

15.05.2020

© 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 Şanlıurfa ilinde yetiştirilen Siyah Alaca, Siyah Alaca melezi, Simental, Simental melezi, Esmer, Esmer melezi, Şarole ve Yerli Kara melezi ırkı sığırlara ait besi performansları ile karkas özellikleri (yağsız sıcak karkas ağırlığı ve karkas randımanları) araştırılmıştır. Araştırmanın veri setini Şanlıurfa ilinde özel bir işletmeden elde edilen tartım ve sıcak karkas ağırlıkları oluşturmuştur. Kesim ağırlıkları, yağsız sıcak karkas ağırlıkları, karkas randımanı ve günlük canlı ağırlık artışı sırasıyla Simental için 533.55±5.799, 330.5±3.544, 0.56 ± 0.001 ve 1.26±0.019 kg, Siyah Alaca için 527.01±7.868, 321.01±4.80, 0.55±0.002 ve 1.24±0.027 kg, Siyah Alaca Melezi için 522.78±9.575, 323.64 ± 6.152, 0.56±0.003 ve 1.22±0.032 kg, Şarole için 522.86±11.996, 323.22 ± 7.333, 0.56±0.003 ve 1.22±0.036 kg, Simental melezi için 519.58±6.361, 318.85 ± 3.985, 0.56±0.002 ve 1.21±0.021 kg, Esmer Melezi için 507.35±6.602, 315.26 ± 3.861 0.56±0.002 ve 1.17±0.021 kg, Yerli Kara melezi için 502.15±8.253, 311.24±4.97, 0.56±0.002 ve 1.15±0.026 kg ve son olarak Esmer için 491.27±4.705, 306.21±2.783, 0.56±0.003 ve 1.12±0.015 kg'dır. Araştırma sonunda kesim ağırlıkları, yağsız sıcak karkas ağırlıkları ve günlük canlı ağırlık artışı bakımından Simental, Simental melezi, Şarole, Siyah Alaca ve Siyah Alaca melezi ırkı sığırların Yerli Kara melezi, Esmer ve Esmer melezi ırklardan yüksek performans gösterdiği saptanmıştır (P<0.05). Karkas randımanı bakımından ise Siyah Alaca ırkı sığırlar diğer ırklardan daha düşük performans göstermişlerdir (P<0.05). Tüm bu verilerin ışığında Şanlıurfa koşullarında yetiştiricilere üzerinde durulan tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda yoğun besicilikte Simental, Simental melezi, Şarole, Siyah Alaca melezi gibi sığır ırklarını kullanmaları önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Siyah Alaca, Simental, Şarole, Besi performansı, Karkas özellikleri

ABSTRACT

This research was carried out to examine the fattening performance and carcass characteristic such as hot carcass weight and dressing percentage of Holstein and crossbreed Holstein, Simmental and crossbreed Simmental, Brown Swiss and crossbreed Brown Swiss, Charolais and crossbreed Native Anatolian Black cattle. The data set consist of live weight and hot carcass weight records obtained from a commercial farm placed in Sanliurfa province. Slaughter live weights, hot carcass weights, dressing percentage and daily live weight gains were detected as 533.55±5.799, 330.5±3.544, 0.56 ± 0.001 and 1.26±0.019 kg for Simmental, 527.01±7.868, 321.01±4.80, 0.55±0.002 and 1.24±0.027 kg, for Holstein, 522.78±9.575, 323.64 ± 6.152, 0.56±0.003 and 1.22±0.032 kg for crossbreed Holstein, 522.86±11.996, 323.22 ± 7.333, 0.56±0.003 and 1.22±0.036 kg for Charolais, 519.58±6.361, 318.85 ± 3.985, 0.56±0.002 and 1.21±0.021 kg for crossbreed Simmental, 507.35±6.602, 315.26 ± 3.861 0.56±0.002 and 1.17±0.021 kg for crossbreed Brown Swiss, 502.15±8.253, 311.24±4.97, 0.56±0.002 and 1.15±0.026 kg for crossbreed Native

Anatolian Black and finally, 491.27±4.705, 306.21±2.783, 0.56±0.003 and 1.12±0.015 kg for Brown Swiss cattle respectively. At the end of this research, considering the slaughter live weights, hot carcass weights and daily live weight gains, determined that Simmental, crossbreed Simmental, Charolais, Holstein and crossbreed Holstein were superior than crossbreed Native Anatolian Black, Brown Swiss and cross breed Brown Swiss (P<0.05). However, considering the dressing percentage of cattle breeds, Holstein had lower percentage than the others (P<0.05). According to these results, for intensive fattening activity, it is advisable to cattle breeders that using Simmental, crossbreed Simmental, Charolais, crossbreed Holstein for the under Sanliurfa conditions.

Key Words: Holstein, Simmental, Charolais, Fattening performance, Carcass characteristic

Giriş

Sığır 8.000-10.000 yıl önce evcilleştirilerek süt, et, iş, deri ve gübre gibi çeşitli verimleri ile insan refahına katkıda bulunmaktadır (Şekerden ve Özkütük, 1997). Sığırın ruminant olarak selüloz içeriği yüksek olan kaba yemleri çok iyi bir şekilde değerlendirebilmesi insan beslenmesinde sığırın vazgeçilmez bir materyal olmasını sağlamıştır. İnsanların değişen talepleri ile orantılı olarak sığırların verimlerinde de değişiklikler meydana getirilmiştir.

Sığır besisi kabaca çeşitli yaşlardaki sığırlara canlı ağırlık, dolayısıyla kas yapısında artış sağlamak amacıyla yapılan bir faaliyettir. Eğer bu tanıma tamamen uyulursa normal büyüme de besi olarak nitelenir. Oysa beside amaç et üretimidir. Bu nedenle sığır besisi, bir sığırdan mümkün olan en kısa sürede, en fazla eti, en ekonomik şekilde üretme çabalarının tümü olarak tanımlanabilir. Farklı işlemlerden geçirilmiş tahıllarla beslenen ruminantlarda yapılan araştırmalar incelendiğinde, hayvanlarda canlı ağırlık artışı ve yem tüketimi bakımından birbirinden farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Toprak ve ark.,2018).

Ülkemizde besi materyali olarak Doğu Anadolu Kırmızısı, Yerli Kara, Güney Anadolu Kırmızısı, Esmer, Simental, Siyah Alaca ve bunların birbirleriyle çeşitli düzeydeki melezleri besi materyali olarak kullanılmaktadır. Bunlara son yıllarda Angus, Şarole, Hereford gibi etçi sığır ırkları da dahil olmaya başlamıştır. Cumhuriyetin ilk yıllarında yaşlı hayvanların meraya dayalı olarak semirtilip kesilmeleri ile sağlanan etin her anlamda yetersizliği kavranmış olup bir yandan besi işletmelerinin kurulması teşvik edilirken diğer yandan da besiyeye uygun hayvan materyali seçimi hız kazanmıştır (Akman, 1998).

Şanlıurfa'nın diğer birçok sektörde olduğu gibi hayvancılık alanında da açığa çıkarılmayı bekleyen büyük bir potansiyeli vardır. Bölgede zaten yapılmakta olan küçükbaş hayvancılık faaliyetleri, devlet destekleri ile son yıllarda kurulmaya başlanan modern büyükbaş hayvancılık tesisleri ile birleşince bölgede hayvancılık sektörünün görünümü değişmeye başlamıştır. Buna ek olarak, yeniden düzenlenen devlet teşviklerince 6. Bölge olarak sınıflandırılan Şanlıurfa'nın hayvancılık sektörüne sunduğu karşılaştırmalı avantajları da önemli ölçüde artmıştır (Anonim, 2013). İldeki büyükbaş hayvan varlığı 2013 yılı itibariyle yaklaşık 197.000 başa ulaşmıştır (Anonim, 2013). Bu rakam Türkiye'deki toplam büyükbaş varlığının yaklaşık %1'ini oluşturmaktadır.

Beside karlılık yem ve hayvan materyalini en uygun şekilde kullanmakla arttırılabilir. Beside kullanılacak hayvanların ırkları yem değerlendirmeye direk etkili olduğu için beside karlılığı etkileyen en önemli unsurlardan biridir.

Türkiye'de mevcut ırk veya tipler arasında, bu faktörler bakımlardan önemli farklılıklar vardır. Örneğin Yerli Kara mevcut en iyi yemlerle besleniyor olsa bile, aynı koşullarda yetişen Siyah Alaca ırkı sığırlar kadar günlük canlı ağırlık artışı sağlayamamaktadır. Buna karşılık, iyi koşullarda 1.400 gr civarında günlük canlı ağırlık artışı sağlayabilen Siyah Alaca kötü koşullarda, örneğin, kötü meralarda belki Yerli Karadan da geri kalabilecektir (Akman, 1999).

Kızıl ve Aydoğan (2014), canlı ağırlık, deri, baş, ayak, akciğer, kalp, karaciğer, dalak, testis, penis, iç yağı ağırlıkları ve 18 karkas özelliğinin karşılaştırılmasında Kültür ırkları (Simmental, Siyah Alaca, Esmer) ile yerli ırklar (Yerli Kara, Doğu Anadolu Kırmızısı, Güneydoğu Anadolu Kırmızısı) ve melezler (Yerli Kara × Esmer) arasındaki farkların,

kültür ırkları yönünde yüksek oranda önemli olduğunu, Siyah Alaca ve Esmer ırklarının, deri ağırlığı, pirzola ağırlığı ve kemik oranı haricindeki tüm özelliklerde birbirine benzer değerlere sahip olduklarını, Yerli Kara ırkının, yerli ırklar arasında kemik oranı haricindeki tüm özelliklerde en düşük değerlere sahip olduğunu, Doğu Anadolu Kırmızısı ve Güneydoğu Anadolu Kırmızısı sığırların ise, incelenmiş olan tüm özellikler yönünden benzer değerlere sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Haiger ve Knaus (2010) 660 kg olarak ölçülen Avusturya Simental tosunlarının besi sonu ağırlığının 565 kg olarak ölçülen Siyah-Alaca tosunlarından daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Simental tosunların kesim performanslarının neredeyse tamamı açısından Siyah-Alacalardan üstün olduklarını, Siyah-Alacaların 1 kg canlı ağırlık artışı için yem enerji gereksiniminin Simental ırkı sığırlardan %8 yüksek olduğunu, günlük canlı ağırlık artışının ise %12 daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Böylece Simentallerden sağlanan gelirin Siyah-Alacalardan %26 daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. Diğer taraftan Çatıkkaş (2015), Esmer, Simental ve Siyah Alaca ırkı sığırlarda bu ırklardan herhangi birinin seçilmesinin et kalite özellikleri ile kesim ve karkas özellikleri açısından önemli bir farklılık oluşturmayacağını bildirmiştir. Akbulut ve Tüzemen (1994) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise Esmer, Siyah Alaca ve Sarı Alaca tosunların beside günlük ağırlık artışlarının sırası ile 0.941 ± 0.04 , 0.909 ± 0.08 ve 0.951 ± 0.04 kg, yemden yararlanma derecelerinin de aynı sıraya göre 6.390 ± 0.28 , 6.739 ± 0.62 ve 6.273 ± 0.24 kg olduğu tespit edilmiştir.

Duru ve Sak (2017) Simental ırkı sığırlarda yağsız sıcak karkas ağırlığını 303.4 kg, günlük canlı ağırlık artışını 1.3629 kg ve kesim ağırlığını 523.4 kg olarak bildirmişlerdir.

Çiçek ve ark. (2010), Montofon melezi sığırlarda 180 günlük besi sonrasında ortalama günlük olarak sağlanan canlı ağırlık artışının 1.36 kg, besi sonu canlı ağırlığının 495.10 kg, yemden yararlanma oranının da kuru madde cinsinden 6.62 olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte Tüzemen (1995), 10-15 aylık Esmer tosunların günlük canlı ağırlık

artışlarını 1.165 kg olarak tespit etmiştir.

Koç ve Akman (2003), ithal edilmiş Siyah Alaca tosunlarda günlük canlı ağırlık artışını 964.3 ± 59.53 ila 1083.9 ± 93.81 gr olarak belirlemişler benzer şekilde İlgü ve Güneş (2002), Siyah Alaca ırkı sığırlarda günlük canlı ağırlık artışı değerlerini 1023.6 g olarak hesaplamışlardır.

Güngör ve ark. (2004), Siyah Alaca ve melezi grupları arasında günlük ortalama canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma bakımından bir fark olmadığını, Siyah Alaca x Piedmont melezlerinde sıcak ve soğuk karkas ağırlıkları ve randıman değerlerinin Siyah Alaca sığırlardan önemli derecede yüksek olduğunu, ancak Siyah Alaca x Limuzin melezi ile önemli bir farkı olmadığını M. longissimus dorsi alanının Siyah Alaca x Piedmont ve Siyah Alaca x Limuzin melezlerinde en yüksek değerde olduğunu saptamışlardır.

Sağsöz ve ark. (2005) Şarole ırkı sığırların günlük canlı ağırlık artış değerini 0.885 ± 0.05 olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada Şanlıurfa'da entansif koşullarda yetiştiriciliği yapılan Siyah Alaca, Simental, Esmer ile bunların değişik düzeydeki melezleri ve buna ilaveten Yerli Kara melezleri ve Şarole gibi ırkların kesim ağırlığı, yağsız sıcak karkas ağırlığı, günlük canlı ağırlık artışı ve karkas randımanı gibi özellikler bakımından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Hayvan ve deneme materyali

Çalışmanın materyalini Şanlıurfa ilinde bulunan özel bir besi işletmesinden alınan ve hiç bir sağlık probleminin bulunmadığı gözlenen 113 baş Siyah Alaca, 71 baş Siyah Alaca melezi, 160 baş Esmer, 92 baş Esmer melezi, 144 baş Simental, 115 baş Simental melezi, 80 baş Yerli Kara melezi ve 41 baş Şarole sığırlarına ait muhtelif kayıtlar oluşturmuştur. Bu kayıtlar cinsiyet, stok numarası, bakanlık numarası, satın alındığı il, ırk, yaş, işletmeye giriş tarihi ve ağırlıkları, karantinaya giriş tarihi ve ağırlığı, karantinadaki canlı ağırlık kaybı, tartım tarihleri ve tartım ağırlıkları, kesim nedeni ve kesim esnasında karkastan böbrek ve perde

yağları, iç yağlar ve gövde yağı ayrıldıktan sonra kalan kısım olarak adlandırılan yağsız sıcak karkas ağırlık değerlerinden oluşmaktadır. Ayrıca kayıtlarda beside kalma süresi ve besi başı ağırlıkları da bulunmaktadır (Çizelge 1.).

Çalışmada kullanılan verim kayıtlarının elde edildiği işletme 37° 0,8' enlem ve 39° 0,5' boylam üzerinde olup deniz seviyesinden yüksekliği 547 metredir. Araştırmada kullanılan verilerin elde edildiği işletmenin bulunduğu bölgede tartım işlemlerinin gerçekleştirilip kayıt altına alındığı dönemde bölge yıllık ortalama 445.1 kg/m² yağış almıştır. Çalışma süresince bölgedeki yıllık ortalama sıcaklık 18 C°, yıllık en düşük sıcaklık 2.5 C° (Ocak), en yüksek sıcaklık 38.7 C° (Temmuz) olarak kaydedilmiştir. İşletme toplam 13.000 hayvan barındırma kapasitesine sahiptir.

Hayvanlar kaşınmaları için özel aparat bulundurulmuş bölmelerde 9 ila 10 baş olacak şekilde ve materyali 0.5 mm kalınlığında beyaz renk trepezoidal olan ve yerden yüksekliği 4.20 ila 8 metre arasında değişen gölgelikler altında barındırılmıştır. Yaz aylarının çok sıcak günlerinde hayvanlara duş uygulaması yapılmıştır. Hayvanlara kastrasyon işlemi gerçekleştirilmemiştir. Serbest yemleme biçimi uygulanmış olup hayvanlar arpa, mısır, soya küspesi, pamuk tohumu küspesi, buğday küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, buğday samanı, mısır kepeği, buğday ve mısır silajı, vitamin, mermer tozu, mineral ön karma ve tuzdan oluşan yaklaşık olarak 2666 Kcal ME/kg ve %13.1 ham protein içeren rasyonla beslenmişlerdir. Besi süresince rasyondaki enerji ve protein düzeyi değişmemiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan veri setine ait tanıtıcı istatistikler
Table 1. Descriptive statistic of the data set used in the research

İrk	N	Besi başı ağırlığı (kg)		Besi süresi (Gün)	
		$(\bar{X} \pm S\bar{x})$	CV	$(\bar{X} \pm S\bar{x})$	CV
SA	113	259.45±4.362	17.827	305.19±4.109	14.313
SAM	71	223.00±5.837	19.746	302.16±5.837	16.279
E	160	187.35±3.158	21.325	301.21±1.972	8.284
EM	92	194.13±4.532	21.106	322.91±4.832	14.355
S	144	197.24±3.568	21.709	300.72±3.258	13.003
SM	115	203.13±3.998	21.106	294.58±3.470	12.635
YKM	41	184.82±5.797	20.083	323.12±6.569	13.017
Ş	80	219.25±4.832	19.741	313.28±5.497	15.696

SA: Siyah Alaca, SAM: Siyah Alaca Melezi, E: Esmer, EM: Esmer Melezi, S: Simental, SM: Simental Melezi, YKM: Yerli Kara melezi, Ş: Şarole, CV: Varyasyon katsayısı.

Bu kayıtlar tek tek incelenerek söz konusu hayvanlara ilişkin karkas randımanı, günlük canlı ağırlık artışı gibi değerler hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yapılırken aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Eşitlik 1 ve 2).

$$\text{Karkas randımanı} = \frac{\text{Yağsız sıcak karkas ağırlığı}}{\text{Kesim ağırlığı}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Günlük canlı ağırlık artışı} = \frac{\text{Besi sonu ağırlığı} - \text{Besi başı ağırlığı}}{\text{Besi süresi}} \quad (2)$$

Söz konusu işletmede hayvanlar ırk faktöründen bağımsız olarak farklı mevsimlerde besiyeye alınıp farklı sürelerde beside tutulmuşlardır. Bundan dolayı veri setinde hayvanların ırk bazında kesim ağırlığı, yağsız sıcak karkas ağırlığı, karkas randımanı ve günlük canlı ağırlık artışı gibi verim parametrelerinin karşılaştırılabilmesi için mevsim,

besi başı ağırlığı ve besi süresi bakımından standardizasyon yapılmış (Düzgüneş ve Akman, 1995) ve bunun için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Eşitlik 3). Eşitlikte standart değer olarak mevsim için ilkbahar, besi başı ağırlığı için 200 kg ve besi süresi için de 300 gün standart değer olarak kabul edilmiştir.

$$Y_{ijs} = Y_{ij} + (a_s - a_i) + b_{yx}(X_s - X_{ij}) + b_{yz}(Z_s - Z_{ij}) + e_{ij} \quad (3)$$

Burada;

Y_{ijs} : i. mevsimde besiyeye alınan j. hayvanın üzerinde durulan verim parametresi bakımından standardize edilmiş değeri,

Y_{ij} : i. mevsimde besiyeye alınan j. hayvanın üzerinde durulan verim parametresi

bakımından değeri,
 a_s : Standart olarak seçilen mevsimin (ilkbahar) etki miktarını,
 a_i : i. mevsimin etki miktarını,
 X_s : Standart kabul edilmiş besi başı ağırlığını (200 kg),
 X_{ij} : i. mevsimde besiye alınan j. hayvanın besi başı ağırlığını,
 Z_s : Standart kabul edilmiş besi süresini (300 gün),
 Z_{ij} : i. mevsimde besiye alınan j. hayvanın beside tutulduğu süreyi,
 b_{YX} ve b_{YZ} : Regresyon katsayılarını,
 e_{ij} : Tesadüfi çevre faktörlerinin etki miktarını (Hata) ifade etmektedir.

Bunlara ilişkin ırk bazında besi sonu ağırlığı, yağsız sıcak karkas ağırlığı, karkas randımanı ve günlük canlı ağırlık artışı için varyans analizleri yapılmıştır. Bir diğer deyişle ırk bazında besi performansları araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre hangi ırkın besi performansının daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Grupların istatistiksel olarak karşılaştırılması Tukey (1991) çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır.

Tüm istatistiksel değerlendirmelerde SAS (2000) istatistik paket programından yararlanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Günlük canlı ağırlık artışı ele alındığında (Çizelge 2), Siyah Alaca ırkı sığırlar ile karşılaştırılan Esmer ırkı sığırlar ve Yerli Kara melezlerinin ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş ($P<0.05$), buna karşılık Siyah Alaca ırkı sığırlar günlük canlı ağırlık artışı açısından Esmer melezleri, Simentaller, Simental melezleri ve Şarole ırkı sığırlar ile karşılaştırıldığında ise ortalamalar arasında saptanan farklılıklar önemsiz ($P>0.05$) olarak tespit edilmiştir. Siyah Alaca melezleri günlük canlı ağırlık artışı bakımından Esmer melezleri, Simental ırkı sığırlar, Simental melezleri, Şarole ırkı sığırlar ve Yerli Kara melezleri ile karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki

farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bununla birlikte Siyah Alaca melezleri ile Esmer ırkı sığırlar arasında günlük canlı ağırlık artışı bakımından saptanan ortalamalar arasındaki farklılıklar ise önemsizdir ($P>0.05$). Esmer ırkı sığırlar ile Yerli Kara melezleri arasında günlük canlı ağırlık artışı açısından ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli iken ($P<0.05$), günlük canlı ağırlık artışı bakımından Esmer ırkı sığırların Simental, Simental melezleri ve Şarole ırkı sığırlar ile karşılaştırılması sonucu saptanan ortalamalar arası farklılıklar önemsizdir ($P>0.05$).

Günlük canlı ağırlık artışı açısından Esmer melezleri ile Simental ırkı sığırlar arasında saptanan ortalamalar arası farklılıklar önemli iken ($P<0.05$), Esmer melezleri ile karşılaştırılan Simental melezleri, Yerli Kara melezleri ve Şarole ırkı sığırların ortalamaları arasında saptanan farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Simental ırkı sığırlar ile Şarole ırkı sığırlar arasında günlük canlı ağırlık artışı açısından saptanan ortalamalar arası farklılıklar önemli iken ($P<0.05$), Simental ırkı sığırlar ile Yerli Kara melezleri arasındaki ortalamalar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$). Günlük canlı ağırlık artışı açısından Simental melezleri ile Esmer ırkı sığırlar arasında saptanan ortalamalar arası farklılıklar önemli bulunmuş iken ($P<0.05$), Simental melezlerinin Yerli Kara melezleri ve Şarole ırkı sığırlar ile arasında saptanan ortalamalar arası farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Yerli Kara melezlerinin günlük canlı ağırlık artışı açısından Simental ırkı sığırlar ve Esmer ırkı sığırlar ile arasında saptanan ortalamalar arası farklılıklar önemli bulunurken ($P<0.05$), Yerli Kara melezleri ile Şarole ırkı arasındaki farklılıklar ise önemsizdir ($P>0.05$).

Araştırma sonucunda kesim ağırlığı bakımından Siyah Alaca ırkı sığırlar ve Siyah Alaca melezleri arasındaki, Esmer ırkı sığırlar ile Esmer melezleri arasındaki ve Simental ırkı sığırlar ile Simental melezleri arasındaki ortalamaların farkı önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Bununla birlikte Siyah Alaca ırkı sığırlarla Esmer ve Yerli Kara melezleri arasındaki ortalamaların farkı önemli bulunmuştur

Çizelge 2. Standardize edilmiş verilerle ırklara göre elde edilen günlük canlı ağırlık artışları ve kesim ağırlıklarına ilişkin sonuçlar

Table 2. Daily live weight gains and slaughter weights results obtained by breeds with standardized data set

İrk	N	GCAA (kg) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	Kesim ağırlığı (kg) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)
SA	113	1.24±0.027 ^{ba}	527.01±7.868 ^{ba}
SAM	71	1.22±0.032 ^{bac}	522.78±9.575 ^{bac}
E	160	1.12±0.015 ^d	491.27±4.705 ^d
EM	92	1.17±0.021 ^{bdc}	507.35±6.602 ^{bdc}
S	144	1.26±0.019 ^a	533.55±5.799 ^a
SM	115	1.21±0.021 ^{bac}	519.58±6.361 ^{bac}
YKM	80	1.15±0.026 ^{dc}	502.15±8.253 ^{dc}
Ş	41	1.22±0.036 ^{bac}	522.86±11.996 ^{bac}

SA: Siyah Alaca, SAM: Siyah Alaca Melezi, E: Esmer, EM: Esmer Melezi, S: Simental, SM: Simental Melezi, YKM: Yerli Kara Melezi, Ş: Şarole, GCAA: Günlük canlı ağırlık artışı. Aynı sütunda aynı harf taşıyan grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (P>0.05).

(P<0.05). Diğer taraftan, Siyah Alaca ırkı sığırlar ile Esmer melezleri, Simental, Simental melezleri ve Şarole ırkı sığırların kesim ağırlığı bakımından karşılaştırılması sonucunda ise ortalamalar arasında saptanan farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Siyah Alaca melezleri ile Esmer ırkı sığırlar arasındaki kesim ağırlığı bakımından saptanan farklılıklar önemli (P<0.05) bulunmuşken (Çizelge 2), Siyah Alaca melezlerinin, Esmer melezleri, Simentaller, Simental melezleri, Yerli Kara melezleri ve Şarole ırkı sığırlar ile karşılaştırılması sonucunda kesim ağırlığı bakımından ortalamalar arasında saptanan farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Esmer ırkı sığırların Simental ırkı sığırlar, Simental melezleri ve Şarole ırkı sığırlar ile karşılaştırılması sonucunda kesim ağırlığına ilişkin ortalamaların farklılıkları önemli iken (P<0.05), Esmer ırkı sığırların Yerli Kara melezleri ile arasında kesim ağırlığı bakımından saptanan ortalamalar arası farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Esmer melezleri Simental ırkı sığırlar ile kesim ağırlığı bakımından karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuşken (P<0.05), Esmer melezleri ile kesim ağırlığı bakımından kıyaslanan Simental melezleri, Yerli Kara melezleri ve Şarole ırkı sığırların ortalamaları arasındaki farklılıklar önemsizdir (P>0.05). Benzer şekilde Yerli Kara melezleri ile Şarole ırkı sığırlar arasında ise kesim

ağırlığı bakımından saptanan ortalamalar arası fark önemsizdir (P<0.05).

Yağsız sıcak karkas ağırlıkları ele alındığında (Çizelge 3), Siyah Alaca ırkı sığırlar ile Siyah Alaca melezleri, Esmeler ile Esmer melezleri, Simental ırkı sığırlar ile Simental melezi sığır ırklarına ilişkin ortalamalar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Diğer taraftan, Siyah Alaca ırkı sığırlar ile Esmer ırkı sığırların ortalamaları arasında saptanan farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). Fakat Siyah Alaca ırkı sığırlarla Esmer melezi, Simental, Simental melezi, Yerli Kara melezi ve Şarole ırkı sığırlar arasındaki ortalamaların farklılıkları önemsizdir (P>0.05).

Öte yandan, Siyah Alaca melezleri ile Esmer ırkı sığırlar arasında yağsız sıcak karkas bakımından saptanan ortalama farklılıkları önemli bulunmuştur (P<0.05). Ancak Siyah Alaca melezleri yağsız sıcak karkas bakımından Esmer melezleri, Simental ırkı sığırlar, Simental melezleri, Yerli Kara melezleri ve Şarole ırkı sığırlar ile karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Esmer ırkı sığırların Simental ırkı sığırlar ve Şarole ırkı sığırlar ile yağsız sıcak karkas bakımından karşılaştırıldığında saptanan ortalama arasındaki farklılıklar önemli iken (P<0.05), Esmer ırkı sığırların Simental melezleri ve Yerli Kara melezleri ile karşılaştırıldığında ortalamaların farklılıkları önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Çizelge 3. Standardize edilmiş verilerle ırklara göre elde edilen yağsız sıcak karkas ağırlığı ve karkas randımanına ilişkin sonuçlar.
Table 3. Dressing percentage and hot carcass weight results obtained by breeds with standardized data.

İrk	N	YSK (kg) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	Karkas randımanı (%) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)
SA	113	321.01 \pm 4.805 ^{ba}	0.55 \pm 0.002 ^b
SAM	71	323.64 \pm 6.152 ^{ba}	0.56 \pm 0.003 ^a
E	160	306.21 \pm 2.783 ^c	0.56 \pm 0.003 ^a
EM	92	315.26 \pm 3.861 ^{bc}	0.56 \pm 0.002 ^{ba}
S	144	330.51 \pm 3.544 ^a	0.56 \pm 0.001 ^{ba}
SM	115	318.85 \pm 3.985 ^{bac}	0.56 \pm 0.002 ^{ba}
YKM	80	311.24 \pm 4.974 ^{bc}	0.56 \pm 0.002 ^{ba}
Ş	41	323.22 \pm 7.333 ^{ba}	0.56 \pm 0.003 ^{ba}

SA: Siyah Alaca, SAM: Siyah Alaca Melezi, E: Esmer, EM: Esmer Melezi, S: Simental, SM: Simental Melezi, YKM: Yerli Kara Melezi, Ş: Şarole, YSK: Yağsız sıcak karkas ağırlığı. Aynı sütunda aynı harfi taşıyan grup ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (P>0.05).

Simental ırkı sığırlar ile karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli iken (P<0.05), Esmer melezi hayvanlar Simental melezleri, Yerli Kara melezleri ve Şarole ırkı sığırlar ile karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Simental ırkı sığırlar ile Yerli Kara melezi sığırlar arasında Yağsız sıcak karkas bakımından oluşan ortalamalar arası farklılıklar önemli bulunmuş iken (P<0.05), Simental ırkı sığırlar ile Şarole ırkı sığırların ortalamaları arasındaki farklılıklar önemsizdir (P>0.05). Yağsız sıcak karkas bakımından Yerli Kara melezleri ve Şarole ırkı sığırların ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). Son olarak yağsız sıcak karkas bakımından Simental melezleri ile araştırmada kullanılan diğer ırklar ortalamalar arasında saptanan farklılıklar önemsizdir (P>0.05).

İrklar karkas randımanına göre değerlendirildiğinde ise (Çizelge 3) 0.55 \pm 0.002 kg ile Simental ırkı sığırların en düşük verime sahip ırk olduğu görülmüştür. Siyah Alaca melezleri, Esmer ırkı sığırlar ve Şarole ırkı sığırlar 0.56 \pm 0.003 kg ile karkas randımanı bakımından birbirilerine eşit iken, Siyah Alaca ırkı sığırlar ise Esmer melezleri, Yerli Kara melezleri ve Simental melezleri 0.56 \pm 0.002 kg ile karkas randımanı bakımından birbirilerine eşittir. Karkas randımanı ele alındığında Siyah Alaca ırkı sığırlar ve Esmer ırkı sığırların ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş iken (P<0.05), diğer ırkların karkas randımanında ilişkin ortalamaları arasındaki farklılıkları istatistiksel olarak önemsizdir (P>0.05).

Bu çalışmada 1.22 \pm 0.026 kg olarak tespit edilen Şarole ırkına ait günlük canlı ağırlık artış değeri Sağsöz ve ark. (2005)'nin elde ettikleri değerlerden yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar kendi araştırmalarında Şarole ırkı sığırların günlük canlı ağırlık artış değerini 0.885 \pm 0.05 olarak tespit etmişlerdir. Bu farklılıklara çalışmada kullanılan yem içerikleri, çalışmanın yapıldığı bölgenin iklim koşulları, ırkların besiyeye alınma yaşları ve beside tutulma süreleri gibi farklılıkların neden olduğu düşünülmektedir.

Aslan (2009) besi sonu ağırlığını, sıcak karkas ağırlığını ve günlük canlı ağırlık artışını Siyah Alaca, Esmer ve Simental ırkı sığırlar için sırasıyla 557.59, 551.04 ve 562.11 kg; 328.10, 315.85 ve 324.81 kg ve 1107.27, 1073.21 ve 1139.09 g olarak bildirmiştir. Araştırmacının çalışmasında besi sonu ağırlıkları bu çalışmadan yüksek olmakla birlikte günlük canlı ağırlık artışı bakımından bu çalışmadan düşük değerler almıştır. Sıcak karkas ağırlığı için ise ait bu çalışmadan elde edilen değerler Siyah Alaca ve Esmerler için araştırmacının çalışmasındaki değerlerden düşük Simental için ise yüksektir.

Alpan (1972) Simental ırkı için birçok özellik bakımından Esmer ırkından daha düşük değerler gösterdiğini belirtmekle birlikte bu çalışmada ise Simental ırkı, Esmer ırkına göre günlük canlı ağırlık artışı, yağsız sıcak karkas ağırlığı ve kesim ağırlığı bakımından daha yüksek değerler göstermiştir. Araştırma sonucu arasındaki farklılıklara hayvanların besiyeye alınma yaşlarının, yetiştirildikleri bölgelerin ve rasyon farklılıklarının sebep olması muhtemeldir.

Arpacık ve ark. (1988), çalışmalarında Siyah Alaca ırkı sığırların canlı ağırlık artış değerlerini 1078 ± 80 - 1225 ± 30 g olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar bu çalışmadan elde edilen 1.27 ± 0.027 kg'lık değerden bir miktar yüksek bulunmuştur. Bu farklılıklara besiyeye başlangıç ağırlıklarındaki farklılıklar sebep olmuş olabilir.

Bu çalışmadan elde edilen Siyah Alaca ırkına ait günlük canlı ağırlık artışı ve yağsız sıcak karkas ağırlığı değerleri Güngör ve ark. (2004)'nin Siyah Alaca ırkına ait günlük canlı ağırlık artışı ve yağsız sıcak karkas ağırlığı için sırasıyla 1.05 ± 0.04 kg ve 286.78 ± 7.70 kg olarak bildirdiği değerlerden yüksektir.

Bu çalışmada 1.12 ± 0.015 kg olarak tespit edilen Esmer ırkına ait günlük canlı ağırlık artışı Akbulut ve Tüzemen (1994)'in 8 - 12 aylık yaşlardaki Esmer ırkına ait 0.909 ± 0.08 kg olarak tespit ettiği ve Tüzemen (1995)'in bildirdiği birinci grubun 10 aylık Esmer ırkı sığırlarından elde ettiği 1.010 ± 0.44 kg günlük canlı ağırlık artış değerlerinden yüksektir. Fakat aynı grubun 15 aylık Esmer ırkı sığırlarından elde edilen 1.165 ± 0.026 kg günlük canlı ağırlık artışı değerlerinden ve ikinci grupta ise sırasıyla 10 ve 15 aylık Esmer ırkı sığırların günlük canlı ağırlık artış değerleri olarak bildirilen 1.165 ± 0.026 kg ve 1.143 ± 0.028 kg'dan daha düşük bulunmuştur. Bu farklılığa çalışmaların gerçekleştirildiği barınaklardaki farklılıklar, yaş, iklim, yem gibi etmenler sebep olmuş olabilir.

Bu çalışmada Esmer ve Siyah Alaca ırkları için 1.12 ± 0.015 kg ve 1.24 ± 0.024 kg olarak tespit edilen günlük canlı ağırlık artışı değerleri Çatıkkaş (2015) tarafından bildirilen farklı gruplara ayrılmış ve birinci gruptaki Esmer ve Siyah Alaca ırkı sığırlara ait günlük canlı ağırlık artışı 1.35 ± 0.06 , 1.34 ± 0.05 kg olarak ve ikinci gruptaki 1.62 ± 0.04 ve 1.57 ± 0.05 kg olarak tespit edilmiş değerlerden düşüktür. Bununla birlikte araştırmacıların çalışmalarındaki birinci gruba ait Esmer ve Siyah Alaca ırkı sığırların sıcak karkas ağırlıkları 289.40 ± 3.69 ve 279.44 ± 3.28 kg olarak tespit edilmiştir ve bu çalışmadan elde edilen 306.21 ± 2.783 ve 321 ± 4.805 değerlerinden düşük bulunmuştur. İkinci gruba ait sıcak karkas ağırlıkları ise Esmer ırkı sığırlarda 309.25 ± 3.45 kg ile bu çalışmadaki Esmer ırkından yüksek,

304.36 ± 4.14 kg ile Siyah Alaca ırkı sığırlardan düşük değerler almıştır.

Bu çalışmada 1.24 ± 0.024 kg olarak tespit edilen Siyah Alaca ırkı sığırlara ait günlük canlı ağırlık artışı Akbulut ve Tüzemen (1994)'in elde ettiği değerlerden yüksektir. Araştırmacılar yapmış oldukları çalışmalarında 8-12 aylık yaşlardaki Siyah Alaca ırkı sığırlarda günlük canlı ağırlık artışlarını 0.941 ± 0.04 kg olarak tespit etmişlerdir.

Gürbüz ve ark. (1998) enerji düzeyi 600 ve 700 nişasta birimi olan rasyonla beslenen Siyah Alaca ırkı sığırlar için günlük canlı ağırlık artışını 1.190 kg ve 1.244 kg olarak bildirmiş olup söz konusu değerler bu çalışmadan düşüktür. Bununla birlikte enerji düzeyi 650 nişasta birimi rasyonla beslenen Siyah Alaca ırkı grup ise 1.257 kg günlük canlı ağırlık artışı sağlayarak bu çalışmadan yüksek değer almıştır. Bu farklılıklara rasyon içerikleri, besiyeye alınma yaşları ve besi sürelerindeki farklılıklar sebep olmuş olabilir.

Bu çalışmada Siyah Alaca ırkı sığırlar için 1.24 ± 0.024 kg olarak hesaplanan günlük canlı ağırlık artışı değerleri İlgü ve Güneş (2002) ile Koç ve Akman (2003) tarafından sırasıyla 1023.6 g ve 0.964 ± 0.059 olarak bildirilen değerlerden yüksektir. Bununla birlikte Koç ve Akman (2003) tarafından yapılan çalışma ağır grup ve hafif grup olmak üzere iki gruba gerçekleştirilmiştir. Hafif olarak adlandırılan grup için besi başı ağırlığı 246.4 ± 13.52 kg, besi sonu ağırlığı 476 ± 26.22 kg, ağır grupta ise besi başı ağırlığı 387.4 ± 13.06 kg, besi sonu ağırlığı 529.3 ± 15.25 kg olarak tespit edilmiştir. Her iki grubun besi sonu ağırlığı bu çalışmadaki 527.01 ± 7.868 kg'lık kesim ağırlığından düşük bulunmuşken bu çalışmadaki Siyah Alaca ırkı sığırlara ait 259.45 ± 4.362 kg'lık besi başı ağırlığı değeri hafif gruptan yüksek, ağır gruptan düşüktür. Bu farklılıklara çalışmaların gerçekleştirildiği çevre şartlarının farklılığı ile besiyeye alınma yaşının ve beside tutulma sürelerinin farklılıkları sebep olmuş olabilir.

Bu çalışmada Simental ırkına ait 527.01 ± 7.868 kg olarak saptanan kesim ağırlığı ve 330.5 ± 3.544 kg olarak saptanan yağsız sıcak karkas ağırlığı Duru ve Sak (2017)'nin çalışmasından elde edilen 523.4 kg ve 523.4 kg'lık değerlerden yüksek bulunmuş iken

bu çalışmadan elde edilen 1.26 ± 0.019 kg'lık günlük canlı ağırlık artışı araştırmacıların 1.3629 kg olarak elde ettiği günlük canlı ağırlık artışı değerinden düşüktür.

Haiger ve Knaus (2010) yaptıkları çalışmalarında Simental ırkı sığırların 660 kg, Siyah Alaca ırkı sığırların ise 565 kg olarak tespit edilen besi sonu ağırlıkları bu çalışmadan elde edilen Simental ırkı sığırlara ve Siyah Alaca ırkı sığırlara ait olan 533.55 ± 5.8 kg ve 527.01 ± 7.87 kg'lık kesim ağırlıklarından yüksek bulunmuştur. Çalışmalar arasında Simental ırkı sığırlar için 126.45 kg Siyah Alaca ırkı sığırların için ise 37.66 kg'lık bir fark gözlenmiştir. Bu farklılıklara besiyeye alınma yaşı, yetiştirilme koşullarındaki farklılıklar, bölgenin iklim koşullarında görülen değişimler, yem içeriklerindeki farklılıklar sebep olmuş olabilir. Fakat her iki çalışmada da benzer şekilde Simental ırkı sığırların kesim ağırlığının Siyah Alaca ırkı sığırlardan yüksek olduğu görülmüştür.

Sonuçlar

Bu çalışmada Şanlıurfa ilinde besi materyali olarak kullanılabilecek Siyah Alaca, Siyah Alaca melezi, Simental, Simental melezi, Esmer, Esmer melezi, Şarole ve Yerli Kara melezi sığır ırklarının besi performansları ve karkas özellikleri incelenmiştir.

Araştırma sonunda kesim ağırlıkları bakımından Simental, Simental melezi, Şarole, Siyah Alaca ve Siyah Alaca melezi ırkı sığırların diğer ırklardan yüksek performans gösterdiği saptanmıştır. Yağsız sıcak karkas randımanı bakımından Simental, Simental melezi, Şarole, Siyah Alaca ve Siyah Alaca melezi diğer ırklardan daha yüksek performans göstermiştir. Günlük canlı ağırlık artışı bakımından Simental, Simental melezi, Şarole, Siyah Alaca ve Siyah Alaca melezi diğer ırklardan yüksek canlı ağırlık artışı göstermiştir. Son parametre olan karkas randımanı bakımından ise Simental, Simental melezi, Şarole, Siyah Alaca melezi, Esmer, Esmer melezi ve Yerli Kara melezleri Siyah Alaca ırkı sığırlardan yüksek performans göstermiştir. Simental ırkı sığırlar kesim ağırlığı, yağsız sıcak karkas ağırlığı ve günlük canlı ağırlık

artışı açısından en yüksek değerlere sahip ırk iken Esmer ırkı sığırlar ise tüm bu parametreler açısından en düşük değerlere sahip ırk olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada etçi ırk olarak adlandırılan Şarole ırkının, Simental ırkı sığırlarla benzer performans göstermesi önemli bir bulgu olarak nitelendirilebilir. Bu sonuç Şanlıurfa koşullarında çevre faktörlerinin yeterli düzeyde tutulması şartıyla kültür ırkı etçi genotiplerinde beside ekonomik olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bölge koşullarında Angus, Limuzin ve Hereford gibi etçi ırkların üzerinde de benzer araştırmaların yapılması gerektiği söylenebilir.

Bu çalışma Şanlıurfa'daki yetiştiriciler için yol gösterici niteliktedir. Bu çalışma sonucunda karlı bir üretim yapmak isteyen yetiştirici hangi ırkın Şanlıurfa koşullarında kullanılmasının fayda sağlayacağını belirleyebilecektir. Böylece bölge hayvancılığı adına olumlu gelişmeler sağlanabilecektir.

Tüm bu verilerin ışığında Şanlıurfa'da yetiştiricilere üzerinde durulan tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda Simental, Simental melezi, Şarole, Siyah Alaca veya Siyah Alaca melezi sığır ırklarını kullanmaları önerilebilir.

Ekler

Bu çalışma, HÜBAK tarafından desteklenen (Proje no17118), 2017 yılında tamamlanan Şanlıurfa İlinde Besiyeye Alınmış Farklı Sığır Irklarında Besi Performansı ve Karkas Özellikleri adlı Yüksek Lisans Tez çalışmasından özetlenmiştir.

Bu çalışmanın özetlendiği "Şanlıurfa İlinde Besiyeye Alınmış Farklı Sığır Irklarında Besi Performansı ve Karkas Özellikleri" adlı tez 23/06/2017 tarihinde Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akbulut, Ö., ve Tüzemen, N. (1994). 8-12 aylık yaşlarda besiye alınan Esmer, Siyah Alaca ve Simental tosunların besi performansı, kesim ve karkas özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25 (2): 134-144.
- Akman, (1998). Pratik Sığır Yetiştiriciliği. Ankara: *Türk Ziraat Mühendisleri Birliği Yayını*.
- Alpan, O. (1972). Esmer, Siyah Alaca ve Simental erkek danalarında besi kabiliyeti ve karkas özellikleri. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 19: 388-400.
- Anonim, (2013). Şanlıurfa büyükbaş hayvancılık ve hayvansal gıda ürünleri kümelenme yol haritası. *Karacadağ kalkınma ajansı. 2013 yılı raporu*.
- Arpacık, R., Akcan, A., Alpan, O., Ertuğrul, O. ve Aksoy, A. R. (1988), *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 35 (1), 124-134.
- Aslan, E. (2009). Orta Anadolu şartlarında açıkta besiye alınan siyah alaca, esmer ve simental ırkı sığırların besi performanslarının karşılaştırılması. (*Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya*) <http://acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7611/237239.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Çatırkaş, E. (2015). Aydın'da yetiştirilen Siyah-Alaca, Esmer ve Simental ırkı sığırlarda karkas ve et kalite özellikleri üzerine bir araştırma. (*Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın*).
- Çiçek, H., Cevger, Y., Tandoğan, M., Ve Şahin, E. H. (2010). Montofon Melezi (F1) Sığırlarla Yapılan Beside Optimum Besi Süresinin Tespiti. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16 (1): 63-67.
- Duru, S. ve Sak, H. (2017). Türkiye' de besiye alınan Simental Aberdeen Angus, Hereford, Limousin ve Charolais ırkı sığırların besi performansı ve karkas özellikleri. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(11): 1383-1388.
- Düzgüneş, O. ve Akman, N. (1995). Varyasyon kaynakları. *Ankara üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, no:1408. Ders kitabı: 406, VII+146 s. Ankara*.
- Güngör, M., Alçıçek, A., Tümer, S. ve Önenç, A. (2004). Siyah Alaca ve farklı etçi ırk melezlerinin besi performanslarının araştırılması. *Anadolu, J. of AARI* 14 (1), 27 – 40.
- Haiger, A. and Knaus, W. (2010). A comparison of dual-purpose Simmental and Holstein Friesian dairy cows in milk and meat production: 2nd comn. Fattening and slaughter performance using domestic protein feed stuffs. *Zuchtungskunde* 82(6): 447-454s.
- İlgü, E., Güneş, H. (2002). Siyah-Alaca ırkından erkek sığırların özel işletme koşullarındaki besi performansları üzerinde araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 28 (2): 313-335.
- Kızıl, H. K. ve Aydoğan, M. (2014). Türkiye'deki başlıca sığır ırklarının kesim ve karkas özelliklerinin MANOVA ve çok boyutlu ölçüm tekniği kullanılarak değerlendirilmesi. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 11(1): 15.
- Koç, A. ve Akman, N. (2003). Farklı ağırlıkta besiye alınan ithal edilmiş Siyah Alaca tosunların besi gücü ve karkas özellikleri. *Hayvansal Üretim*, 44(1): 26-36.
- Sağsöz, Y., Çoban, Ö., Laçın, E., Sabuncuoğlu, N., ve Yıldız, A. (2005). Esmer ve Şarole x Esmer danaların besi performansı ve karkas özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(2): 163-169.
- SAS Institute (2000). SAS User's guide: Statistics. Version 8 ed. SAS Institute. Gary. NC.
- Şekerden, Ö. ve Özkütük, K. (1997). Büyükbaş hayvan yetiştirme. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana, 122s.
- Toprak, N., N., Yavaş, İ. ve Bilgel, C. (2018). Besi sığırı rasyonlarında tamamlayıcı yem olarak farklı şekillerde işlenmiş arpa ve mısır kullanımının performans, bazı biyokimyasal parametreler ile serum laktat ve bikarbonat düzeyi üzerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(2): 275-283.
- Tukey JW. (1991). The Philosophy of Multiple Comparisons. *Statistical Science*, 6(1): 100-16
- TÜİK,(2017).http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002.
- Tüzemen, N. (1995). Farklı yaş ve farklı barındırma sistemlerinde Esmer ırkı tosunların besi performansları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (1): 9 - 20.



Bazı üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeşitlerine ait salkım iskeletlerinin toplam fenolik bileşik ve trans-resveratrol düzeyleri

Total phenolic compound and trans-resveratrol levels of some grape (*Vitis vinifera* L.) stems

Hande Tahmaz KARAMAN^{1*}, Damla Yüksel KÜSKÜ², Gökhan SÖYLEMEZOĞLU¹

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 06110, Dışkapı, Ankara

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, 11230, Bilecik

To cite this article:

Karaman, H.T., Küskü, D.Y. & Söylemezoğlu, G. (2020). Bazı üzüm (*Vitis vinifera* L.) çeşitlerine ait salkım iskeletlerinin toplam fenolik bileşik ve trans-resveratrol düzeyleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 222-228.

DOI: 10.29050/harranziraat.651668

Address for Correspondence:

Hande Tahmaz KARAMAN

e-mail:

tahmazhande@gmail.com

Received Date:

27.11.2019

Accepted Date:

15.05.2020

© 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

Üzüm çekirdekleri, kabukları ve şarabın insan sağlığına olan etkileri ile ilgili çok yoğun araştırma gerçekleştirilmesine rağmen salkım iskeletleri ile ilgili yok denecek kadar az çalışma bulunmaktadır. Bu araştırmanın temel amacı 49 adet *Vitis vinifera* L. çeşidine ait salkım iskeletlerinin toplam fenolik bileşik (TFB), trans-resveratrol, kateşin ve epikateşin düzeylerinin belirlenmesidir. TFB düzeyi 17025-123250 mg GAE kg⁻¹ kuru ağırlık, trans-resveratrol düzeyi 23.44-70.38, kateşin düzeyi 843-14144 ve epikateşin düzeyi 0-981 mg kg⁻¹ kuru ağırlık aralıklarında belirlenmiştir. Sonuçlar doğrultusunda üzüm salkım iskeletlerinin yüksek fenolik bileşik içerikleri sebebi ile gıda ya da gıda takviyesi olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Üzüm salkım iskeleti, Fenolik bileşik, Trans-resveratrol, Kateşin, Epikateşin

ABSTRACT

Grape seeds, skins and wine have been studied widely due to their beneficial effects on human health. However, there are only few studies from grape stems extracts. Therefore, the main objective of the present study was the assessment in stem extracts from 49 *Vitis vinifera* L. varieties of the total polyphenolic content (TPC), trans-resveratrol, catechin and epicatechin. The range of the TPC in grape stem extracts was from 17025 to 123250 mg GAE kg⁻¹ dry weight. Trans-resveratrol levels were range from 23.44 to 70.38, catechin levels were range from 843 to 14144 and epicatechin levels were range from 0 to 981 mg kg⁻¹ dry weight. the present results indicate that grape stem extracts possess have important phenolic compounds, and thus they could be exploited, biofunctional foods or food supplements.

Key Words: Grape stem, Phenolic compound, Trans-resveratrol, Catechin, Epicatechin

Giriş

Vitis vinifera L. üzüm çeşitleri antik çağlardan beri insan beslenmesinin çok büyük bir parçası olmuştur. Dünyada 2018 yılında 74 276 583 ton üzüm üretilmiş, Türkiye 4 200 000 tonluk üretimi ile dünya sıralamasında 6. sırada yerini almıştır (FAO, 2019). Üzüm ürünleri eski zamanlardan itibaren içerdiği şeker ile beslenmede enerji kaynağı oluşturmasının yanı sıra son yıllarda insan

sağlığına pozitif etkili bileşikler içermesiyle ilgili de çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Bu bileşiklerden özellikle trans-resveratrolün nörolojik-bilişsel performans hastalıkları, diyabet, kanser, kardiyovasküler hastalıklar, obezite, oksidatif strese bağlı hastalıklar ile otoimmün hastalıklar üzerine önleyici ve tedavi edici olduğunu ortaya koyan araştırmalar mevcuttur (Boocock ve ark., 2007; Yoshino ve ark., 2012; Del Rio ve ark., 2013; Gambini ve ark., 2015; Martínez-Huélamo,

2016; Ramírez-Garza ve ark., 2018). Bahsi geçen faydalı etkileri sebebiyle toplumun üzüm çekirdeği vb. ekstraktlara ve gıda takviyelerine yönelimi artmıştır (Apostolou ve ark., 2013).

Üzümün içerdiği *trans*-resveratrol ile ilgili çalışmalar çoğunlukla çekirdek ve kabuk üzerine yoğunlaşmasına rağmen salkım iskeleti de göz ardı edilemeyecek bir *trans*-resveratrol kaynağıdır. Üzüm salkımlarının yaklaşık %5'ini (h/h) oluşturan salkım iskeletleri üzerine gerçekleştirilmiş çok az sayıda araştırma bulunmaktadır. Apostolou ve ark. (2013) kırmızı renkli üzüm çeşitlerine ait *trans*-resveratrol içeriklerini 4.85 ile 20.56 mg g⁻¹ aralığında belirlemiş ve salkım iskeletlerinin çekirdek kadar değerli bir antioksidan kaynağı olduğundan bahsetmiştir.

Meyve suyu ve vinifikasyon proseslerinin en önemli artıklarından olan salkım iskeletleri ülkemizde ve dünyada genellikle hayvan yemi, gübre ya da kompost eldesi amacıyla kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda önemli bir sanayi artığı olan salkım iskeletleri içerdikleri fenolik bileşikler sebebiyle "Antioksidan içerikli diyet lifi olarak kullanılabilir mi?" sorusu gündeme gelmiştir.

Bu araştırmanın temel amacı salkım iskeletlerinin katma değeri yüksek bir ürüne dönüştürebilmesinin mümkün olacağı fikrinden yola çıkarak fenolik bileşik içeriklerinin belirlenmesidir. Bu amaçla 7 adet sofralık (Alphonse Lavallée, Cardinal, Crimson Seedless, Flame Seedless, Hamburg Misketi, Horoz Karası, Trakya İlkeren) ve 10 adet şaraplık (Boğazkere, Cabernet Sauvignon, Çal Karası, Kalecik Karası, Köhnü, Merlot, Nero d'Avola, Öküzgözü, Pinot Noir, Syrah) kırmızı üzüm çeşidinin salkım iskeletlerinde toplam fenolik bileşik, *trans*-resveratrol, kateşin ve epikateşin miktarları belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada bitkisel materyal olarak farklı bölgelerden alınan sofralık ve şaraplık üzüm çeşitlerine ait (*Vitis vinifera* L.) salkım iskeletleri kullanılmıştır. Alphonse Lavallée üzüm çeşidi Efemçukuru İzmir, Kalecik Ankara ve

Tekirdağ'dan; Boğazkere üzüm çeşidi Denizli, Elazığ, Kalecik Ankara, Tekirdağ ve Urla İzmir'den; Cabernet Sauvignon üzüm çeşidi Beypazarı Ankara, Denizli, Efemçukuru İzmir, Elazığ, Kalecik Ankara, Tekirdağ ve Urla İzmir'den; Cardinal üzüm çeşidi Kalecik Ankara ve Tekirdağ'dan; Çal Karası üzüm çeşidi Denizli'den; Crimson Seedless üzüm çeşidi Kalecik Ankara'dan; Flame Seedless üzüm çeşidi Kalecik Ankara'dan; Hamburg Misketi üzüm çeşidi Kalecik Ankara ve Tekirdağ'dan; Köhnü üzüm çeşidi Elazığ ve Kalecik Ankara'dan; Merlot üzüm çeşidi Beypazarı Ankara, Denizli, Efemçukuru İzmir, Elazığ, Kalecik Ankara, Tekirdağ ve Urla İzmir'den; Nero d'Avola üzüm çeşidi Urla İzmir'den; Öküzgözü üzüm çeşidi Denizli, Elazığ, Kalecik Ankara, Tekirdağ'dan; Pinot Noir üzüm çeşidi Kalecik Ankara'dan; Red Globe çeşidi Kalecik Ankara'dan; Syrah üzüm çeşidi Efemçukuru İzmir, Kalecik Ankara, Tekirdağ ve Urla İzmir'den; ve Trakya İlkeren üzüm çeşidi ise Kalecik Ankara ile Tekirdağ'dan temin edilmiştir. Sofralık üzüm çeşitleri 18 briks kuru madde, şaraplık üzüm çeşitleri 24 briks kuru maddeye ulaştıkları teknolojik olgunluk dönemlerinde hasat edilerek Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ulaştırılmıştır. Salkım iskeletleri tanelerinden ayrılarak bistüri yardımıyla parçalara ayrılarak -80°C'de dondurulmuşlar sonrasında 72 saat süreyle liyofilizasyona tabi tutularak (Labconco Freezone 2.5 Liter, USA) 0.5 g ağırlığında tartılmışlardır.

Fenolik bileşiklerin salkım iskeletlerinden ekstraksiyonu Waterhouse'a (2005) göre gerçekleştirilmiştir. Toplam fenolik bileşik analizleri UV-Vis Spektrofotometre cihazı (Shimadzu Corporation, Japan) ile Singletton ve Rossi'ye (1965) göre yapılmış, sonuçlar mg Gallik Asit (GA) kg⁻¹ olarak, kuru ağırlık (KA) cinsinden ifade edilmiştir. HPLC-DAD analizlerinde kullanılmak üzere ekstraksiyon işlemine devam edilmiştir. Salkım iskeletlerine ait ekstraktlar önce 0.45 µm'lik PVDF (Sartorius, Goettingen, Germany) filtrelerden geçirilmiş, daha sonra "Agilent" marka "SampliQ 12 spe Manifold" model vakum manifoldu kullanılarak kartuş şartlandırma işlemi gerçekleştirilmiştir ve bu amaçla "Waters" marka 1 mL hacimli C₁₈ Seppak

kartuşlar (Waters, Milford, MA, U.S.A.) kullanılmıştır. Sırasıyla 5 mL etil asetat, 5 mL metanol/hidroklorik asit (99.99/0.01; h/h), 1 mL ekstrakt, 5 mL etil asetat seppak kartuşlardan geçirilmiş, elde edilen ekstrakt azot gazı altında 40°C'de kurutulmuş (Turbo Vap LV, Caliper, Hopkinton, MA, USA), sonrasında ise 2 mL hidroklorik asit (saf su/Hidroklorik asit; 99.99/0.01; h/h) ilavesi ile ultrasonik banyo yardımıyla fenolik bileşikler alınmıştır. Elde edilen ekstraktlar 0.45 µm'lik PVDF filtrelerden geçirilerek okumalara kadar amber renklivallerde saklanmışlardır.

Salkım iskeletlerinde (-)-epikateşin, (+)-kateşin ve *trans*- resveratrol düzeyleri DAD detektör donanımlı HPLC cihazı ile belirlenmiştir (Shimadzu LC 10 AT VP). Fenolik bileşiklerin tanısı kullanılan standart maddelerin alıkonma zamanları ve spektrumlarından yararlanılarak yapılmıştır. Miktar tayininde fenolik bileşik standartlarına ait farklı konsantrasyonda (50, 15, 12, 9, 6, 3, 1 ppm)

çözelti hazırlanarak HPLC'ye enjekte edilmiş ve standart eğrileri oluşturularak bu eğrilerden fenolik bileşiklerin miktarları hesaplanmıştır. Fenolik bileşiklerin miktarsal doğruluk oranlarının artırılması amaçlı geri kazanım oranı, dedeksiyon ve kuantifikasyon limitleri de hesaplanmıştır. Çizelge 1'de HPLC cihazının çalışma koşulları, Çizelge 2'de fenolik bileşik miktarlarının belirlenmesinde kullanılan kalibrasyon parametreleri verilmiştir. Sonuçlar mg kg⁻¹ KA olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 1. HPLC-DAD cihazının çalışma koşulları

Table 1. HPLC-DAD conditions

HPLC kolonu	Phenomenex Gemini 260x4.60
HPLC Column	mm C18
Enjekte edilen miktar	30 µL
Injection amount	
Taşıyıcı faz	A: Su/ Formik asit (99/1: h/h) B:
Mobile phase	Asetonitril (100/100: h/h)
Akış hızı	0.7 mLdk ⁻¹
Flow rate	
Kolon sıcaklığı	20°C
Column temperature	

Çizelge 2. HPLC-DAD cihazı ile fenolik bileşiklerin belirlenmesinde kullanılan kalibrasyon parametreleri

Table 2. Calibration parameters used for the HPLC-DAD determination of phenolic compounds

Fenolik bileşikler Phenolic compounds	Alıkonma zamanı (dakika) Retention time (min)	λ (nm)	Kalibrasyon denklemi Calibration curve	R ²	Dedeksiyon limiti (mg kg ⁻¹) Limit of detection	Kuantifikasyon limiti (mg kg ⁻¹) Limit of quantification
(+)- kateşin (+)- catechin	28.6	280	y = 15 323x-160	0.9997	0.96	2.91
(-)- epikateşin (-)-epicatechin	33.7	280	y = 33977x-7 173	0.9999	0.69	2.09
<i>trans</i> - resveratrol <i>trans</i> - resveratrol	54.9	306	y = 403 404x-78 716	0.9998	0.28	0.86

λ, dalga boyu; R², korelasyon katsayıları
λ, wavelength; R², correlation coefficients

Araştırma sonucunda elde edilen sayısal değerler SPSS (SPSS Inc., Chicago, Illinois) istatistik programı (11.5) kullanılarak değerlendirilmiş, farklılıkların önem düzeyini belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. Sonuçlar ortalama ± ortalamanın standart hatası olarak ifade edilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Üzüm çeşitlerine ait salkım iskeletlerinin toplam fenolik bileşik (TFB) düzeyleri

Salkım iskeletlerinin toplam fenolik bileşik içerikleri Çizelge 3'te verilmiştir. İzmir, Ankara ve

Tekirdağ'dan temin edilen Alphonse Lavallée çeşidine ait salkım iskeletlerinin toplam fenolik bileşik içerikleri (TFB) 61 500 mg GAE kg⁻¹ KA ile 107 300 mg GAE kg⁻¹ KA arasında; Denizli, Elazığ, Ankara, Tekirdağ ve İzmir'den temin edilen Boğazkere çeşidinin TFB içerikleri 46 650 mg GAE kg⁻¹ KA ile 113 500 mg GAE kg⁻¹ KA arasında; Beypazarı Ankara, Denizli, Efemçukuru İzmir, Elazığ, Kalecik Ankara, Tekirdağ ve Urla İzmir'den temin edilen Cabernet Sauvignon çeşidinin TFB içerikleri 37 800 mg GAE kg⁻¹ KA ile 84 500 mg GAE kg⁻¹ KA arasında; Ankara ve Tekirdağ'dan temin edilen Cardinal çeşidinin TFB içerikleri 95 700 mg GAE kg⁻¹ KA ile 109 000 mg GAE kg⁻¹ KA arasında;

Denizli'den temin edilen Çal Karası çeşidinin TFB içeriği 56 450 mg GAE kg⁻¹ KA; Kalecik Ankara'dan temin edilen Crimson Seedless, Flame Seedless, Horoz Karası, Pinot Noir ve Red Globe çeşitlerinin TFB içerikleri sırasıyla 84 100 mg GAE kg⁻¹ KA, 44 400 mg GAE kg⁻¹ KA, 111 600 mg GAE kg⁻¹ KA, 40 275 mg GAE kg⁻¹ KA ve 123 250 mg GAE kg⁻¹KA olarak belirlenmiştir. Ankara ve Tekirdağ'dan temin edilen Hamburg Misketi çeşidinin TFB içeriği 74 450 mg GAE kg⁻¹ KA ile 83 300 mg GAE kg⁻¹ KA olarak; Beypazarı Ankara, Elmalı Antalya, Kalecik Ankara ve Tekirdağ'dan temin edilen Kalecik Karası çeşidini TFB içerikleri 33 150 mg GAE kg⁻¹KA ile 43 550 mg GAE kg⁻¹ KA değerleri arasında; Elazığ ve Kalecik'ten temin edilen Köhnü çeşidinin TFB içerikleri sırasıyla 63 650 mg GAE kg⁻¹ KA ile 79 100 mg GAE kg⁻¹ KA değerlerinde; Beypazarı Ankara, Denizli, Efemçukuru İzmir, Elazığ, Kalecik Ankara, Tekirdağ, Urla İzmir'den temin edilen Merlot çeşidinin TFB değerleri 34 950 mg GAE kg⁻¹ KA ile 58 850 mg GAE kg⁻¹ KA değerleri arasında; Urla İzmir'den temin edilen Nero d'Avola çeşidinin TFB değeri 52 050 mg GAE kg⁻¹ KA; Denizli, Elazığ, Kalecik Ankara ve Tekirdağ'dan temin edilen Öküzgözü çeşidinin TFB değerleri 45 400 mg GAE kg⁻¹ KA ile 98 450 mg GAE kg⁻¹ KA değerleri arasında; Efemçukuru İzmir, Kalecik Ankara, Tekirdağ ve Urla İzmir'den temin edilen Syrah çeşidinin TFB değerleri 24 075 mg GAE kg⁻¹ KA ile 63 825 mg GAE kg⁻¹ KA değerleri arasında ve son olarak Ankara ve Tekirdağ'dan temin edilen Trakya İlkeren çeşidinin TFB içerikleri 110 175 mg GAE kg⁻¹ KA ile 96 825 mg GAE kg⁻¹KA olarak belirlenmiştir.

Farklı bölgelerden temin edilen çeşitler arasında en düşük TFB içeriği Kalecik Karası (Elmalı-Antalya) çeşidinde 17 025 mg GAE kg⁻¹ KA olarak belirlenmişken, en yüksek değer bu değerden yaklaşık 7.2 kat daha fazla olarak Red Globe (Kalecik-Ankara) çeşidinde belirlenmiştir. Vázquez-Armenta ve ark., (2017) Red Globe çeşidinin salkım iskeletlerinde TFB değerini 3 725 mg GAE kg⁻¹ YA (yaş ağırlık) olarak ölçülmüştür. Bir başka araştırmada Yunanistan kırmızı üzüm çeşitlerine ait salkım iskeletlerindeki TFB değerleri 345 000-584 000 mg GAE kg⁻¹ KA aralığında belirlenmiştir (Apostolou ve ark., 2013).

Çizelge 3. Farklı bölgelerden temin edilen üzüm çeşitlerine ait salkım iskeletlerinin toplam fenolik bileşik içerikleri (mg GAE kg⁻¹ KA).

Table 3. Total phenolic compound contents of grape varieties obtained from different regions (mg GAE kg⁻¹DW).

Çeşit Variety	Bölge Region	Toplam Fenolik Bileşik Total Phenolic Compound
Alphonse Lavallée	Efemçukuru İzmir Kalecik Ankara Tekirdağ	61500±275 b 107300±250 a 61900±550 b
Boğazkere	Denizli Elazığ Kalecik Ankara Tekirdağ Urla İzmir	113500±2350 a 46650±1100 d 93300±50 b 47450±300 d 62550±1000 c
Cabernet Sauvignon	Beypazarı Ankara Denizli Efemçukuru İzmir Elazığ Kalecik Ankara Tekirdağ Urla İzmir	47850±575 bc 47450±900 bc 45825±450 c 41550±1100 d 49750±1300 b 84500±750 a 37800±950 e
Cardinal	Kalecik Ankara Tekirdağ	109000±950 a 95700±2475 b
Çal Karası	Denizli	56450±1300
Crimson Seedless	Kalecik Ankara	84100±2050 a
Flame Seedless	Kalecik Ankara	44400±450 c
Hamburg Misketi	Kalecik Ankara Tekirdağ	83300±50 a 74450±100 b
Horoz Karası	Kalecik Ankara	111600±1150
Kalecik Karası	Beypazarı Ankara Elmalı Antalya Kalecik Ankara Tekirdağ	33150±700 c 17025±200 d 37850±400 b 43550±0.0 a
Köhnü	Elazığ Kalecik Ankara	63650±2000 b 79100±3150 a
Merlot	Beypazarı Ankara Denizli Efemçukuru İzmir Elazığ Kalecik Ankara Tekirdağ Urla İzmir	48650±1600 d 34950±1275 e 58850±1200 b 64250±500 a 54400±450 c 56125±600 bc 46300±1050 d
Nero d'Avola	Urla İzmir	52050±1300 b
Öküzgözü	Denizli Elazığ Kalecik Ankara Tekirdağ	98450±2800 a 47100±1150 c 66300±50 b 45400±350 c
Pinot Noir	Kalecik Ankara	40275±800
Red Globe	Kalecik Ankara	123250±200
Syrah	Efemçukuru İzmir Kalecik Ankara Tekirdağ Urla İzmir	63825±2350 a 27400±225 c 51450±300 b 24075±0 c
Trakya İlkeren	Kalecik Ankara Tekirdağ	110175±750 a 96825±0 b

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Different letters in the same column indicate statistical differences at the p<0.05 level.

TFB düzeyi *trans*-resveratrol, kateşin, epikateşin ve tanenler de dahil olmak üzere üzüm polifenollerinin toplamını yansıtmaktadır. Salkım iskeletlerine ait TFB sonuçları etkileyici derecede yüksek düzeyde belirlenmiştir ve bu sonuç salkım iskeletlerinin çok iyi birer biyoaktif polifenol kaynağı olabileceğini düşündürmüştür. Bu çıkarım önceki araştırmalarla da paraleldir (Spigno ve De Faveri, 2007; Vázquez-Armenta, 2017).

Üzüm çeşitlerine ait salkım iskeletlerinin trans-resveratrol, kateşin ve epikateşin düzeyleri

Salkım iskeletlerinin *trans*-resveratrol, kateşin ve epikateşin düzeyleri Çizelge 4'te verilmiştir. Araştırma sonuçlarına örneklerin göre *trans*-resveratrol içerikleri 23.44 mg kg⁻¹ KA ile 70.38 mg kg⁻¹ KA aralığında değişiklik göstermiştir. En yüksek *trans*-resveratrol içeriği Kalecik Karası (Tekirdağ) çeşidinde, en düşük *trans*-resveratrol içeriği ise Boğazkere (Kalecik Ankara) çeşidinde ölçülmüştür. Kalecik Karası'nı sırasıyla; Syrah ve Merlot çeşitleri takip etmiştir. Kırmızı üzüm çeşitlerine ait salkım iskeletlerinin *trans*-resveratrol düzeyleri kuru örneklerde çalışılan önceki araştırmalarda 1 756-5 470 mg kg⁻¹ KA (Apostolou ve ark., 2013) ve 87.8-266 mg kg⁻¹ KA (Anastasiadi ve ark., 2012) aralıklarında belirlenmiştir.

Kateşin içerikleri 843 (Öküzgözü-Denizli) ile 14 144 mg kg⁻¹ KA (Red Globe- Kalecik Ankara) aralığında, epikateşin içerikleri ise 0 (Syrah) ile 981 mg kg⁻¹ KA (Hamburg Misketi-Kalecik Ankara) aralığında değişiklik göstermiştir. Kateşin içeriği en yüksek Red Globe çeşidinde belirlenmiş, bu çeşidi sırasıyla Cardinal ve Alphonse Lavallée çeşitleri izlemiştir.

Epikateşin düzeyleri ise sırası ile Hamburg Misketi, Pinot Noir ve Çal Karası çeşitlerinde en yüksek değerdedir. *trans*-resveratrol düzeyi Tekirdağ'dan temin edilen çeşitlerde en yüksek belirlenirken, TFB, kateşin ve epikateşin Kalecik Ankara'dan temin edilen çeşitlerde yüksek olarak bulunmuştur. Apostolou ve ark. (2013) kırmızı çeşitlerin salkım iskeletlerinde kateşin düzeylerinin 8 490-85 810 mg kg⁻¹ KA aralığında, epikateşin düzeylerinin ise 0-11 140 mg kg⁻¹ KA aralığında olduğunu söylemişlerdir.

Surguladze ve Bezhuashvili (2017) tentürüye bir çeşit olan Spaeravi üzüm çeşidinin şaraba işleme sonrası salkım iskeletlerinde *trans*-resveratrol düzeyini 24.18 mg 100g⁻¹ KA olarak ölçmüşlerdir. Bir başka araştırmada ise kırmızı üzüm cibrelerinde toplam fenolik bileşik içerikleri 19.1-50.9 mg g⁻¹ KA, kateşin 589-1 907.5 mg g⁻¹ KA, rutin 84.6-153.7 mg g⁻¹ KA, kuersetin 9.4-44.1 mg g⁻¹ KA, *trans*-resveratrol 0-1.4 mg g⁻¹ KA aralıklarında ölçülmüştür (Martins ve ark., 2016). Araştırmamızda incelenen parametreler hasat sonrası salkım iskeletlerinde gerçekleştirilmiştir. Bahsi geçen önceki çalışmalar ise cibrelerde ölçülen fenolik bileşik değerleridir. Araştırmamıza konu olan salkım iskeletlerinin cibrelerdeki fenolik bileşik içeriklerinin de yüksek miktarda tespit edilmiş olması salkım iskeletlerinin antioksidan değeri açısından, sonuçlarımızı destekleyici niteliktedir.

Fenolik bileşiklerin miktarları yetiştiricilik koşulları, çeşit farklılıkları ve iklim özelliklerinin yanı sıra ekstraksiyon yöntemlerine göre de değişiklik göstermektedir. Kullanılan çözücü solüsyonlar ekstraktlardaki fenolik bileşik içeriklerini etkilemektedir. Araştırma sonuçlarına göre çeşitlerin salkım iskeletleri fenolik bileşikler açısından yoğundur ve salkım iskeletleri de kolay ulaşılabilir sanayi artıkları olduklarından pahalı olmayan ve değerlendirilebilir fenolik bileşik kaynağı olabilmektedirler.

Üzüm fenoliklerinin reaktif oksijen türlerinin neden olduğu DNA hasarını önlediği önceki çalışmalarla kanıtlanmıştır (Stagos ve ark., 2006) aynı zamanda Che ve ark. (2017) gerçekleştirdikleri bir araştırmada Campbell Early çeşidinde ait salkım iskeleti ekstraktlarının, fenolik bileşik içerikleri sayesinde UV kaynaklı cilt hasarını engelleyici özellikte olduğunu söylemişlerdir. Literatürdeki bu verilere ve araştırma sonuçlarına rağmen üzüm ürünleri işleyen sanayi artıklarında geniş hacme sahip salkım iskeletleri katma değerli bir ürüne dönüştürülmemektedir. Oysa ki salkım iskeletleri flavonoidler, stilbenler ve fenolik asitler gibi biyoaktif polifenoller bakımından zengindir ve yüksek polifenol kaynağı olarak kullanılabilir özelliktedirler.

Çizelge 4. Farklı bölgelerden temin edilen üzüm çeşitlerine ait salkım iskeletlerinin *trans-resveratrol*, *kateşin* ve *epikateşin* içerikleri (mg kg⁻¹ KA).

Table 4. *trans-resveratrol*, *catechin* and *epicatechin* contents of grape varieties obtained from different regions (mg kg⁻¹ DW).

Çeşit Variety	Bölge Region	<i>Trans-resveratrol</i> <i>Trans-resveratrol</i>	<i>Kateşin</i> <i>catechin</i>	<i>Epikateşin</i> <i>epicatechin</i>
Alphonse Lavallée	Efemçukuru İzmir	27.3±0.2 b	7022±169 b	134±2.4 a
	Kalecik Ankara	33.9±1.1 a	10472±124 a	85±0.9 b
	Tekirdağ	35.3±0.1 a	5305±22 c	68±5.4 c
Boğazkere	Denizli	27.3±0.1 c	1113±20 c	162±0.8 a
	Elazığ	28.1±0.0 b	1518±12 bc	67±0.8 d
	Kalecik Ankara	23.4±0.0 d	4792±176 a	104±0.7 c
	Tekirdağ	27.2±0.1 c	2438±9 b	111±2.8 b
	Urla İzmir	30.2±0.3 a	1995±591 bc	0.0±0.0 e
Cabernet Sauvignon	Beypazarı Ankara	26.8±0.0 c	4236±131 b	165±5.5 a
	Denizli	43.2±0.0 a	3062±41 cd	122±0.6 cd
	Efemçukuru İzmir	31.1±0.7 b	3844±267 b	133±5.2 b
	Elazığ	27.3±0.1 c	4214±51 b	100±0.6 e
	Kalecik Ankara	24.3±0.0 d	2756±19 d	114±0.3 d
	Tekirdağ	31.7±0.3 b	4797±23 a	121±0.7 cd
	Urla İzmir	26.6±0.2 c	3216±44 c	126±1.5 bc
Cardinal	Kalecik Ankara	25.4±0.1 b	12529±428 a	32±1.8 b
	Tekirdağ	43.1±0.3 a	8824±161 b	156±2.1 a
Çal Karası	Denizli	31.3±0.2	3194±5	199±99.3
Crimson Seedless	Kalecik Ankara	24.4±0.1	6809±128	90±0.1
Flame Seedless	Kalecik Ankara	23.7±0.4	2934±531	52±5.8
Hamburg Misketi	Kalecik Ankara	25.4±0.1 b	6653±52 a	981±2.4 a
	Tekirdağ	45.7±0.3 a	6258±45 b	107±1.4
Horoz Karası	Kalecik Ankara	24.6±0.0 b	9762±280	0.0±0.0
Kalecik Karası	Beypazarı Ankara	24.8±0.1 b	1617±9 c	70±1.0 b
	Elmalı Antalya	27.3±0.2 b	1617±9 c	0.0±0.0 c
	Kalecik Ankara	25.2±0.3 b	2171±40 b	0.0±0.0 c
	Tekirdağ	70.3±1.1 a	3075±16 a	76±0.0 a
Köhnü	Elazığ	35.4±0.4 a	1873±102 b	89±3.8b
	Kalecik Ankara	31.3±0.3 b	4836±6 a	123±1.3 a
Merlot	Beypazarı Ankara	27.1±0.3 cd	4242±151 b	124±2.3 b
	Denizli	27.6±0.2 c	1433±10 e	77±1.7 c
	Efemçukuru İzmir	38.3±0.2 b	5123±97 a	149±1.2 a
	Elazığ	27.3±0.1 cd	3743±47 c	0.0±0.0 d
	Kalecik Ankara	25.2±0.3 de	2171±40 d	0.0±0.0 d
	Tekirdağ	46.8±1.4 a	5126±127 a	145±2.9 a
	Urla İzmir	24.9±0.0 e	1239±27 e	76±0.2 c
Nero d'Avola	Urla İzmir	40.9±1.2	2946±115	0.0±0.0
Öküzgözü	Denizli	31.9±0.2 bc	843±25 c	0.0±0.0 c
	Elazığ	35.9±1.6 b	2218±79 ab	125±3.5 a
	Kalecik Ankara	42.8±1.8 a	2577±165 a	96±5.0 b
	Tekirdağ	29.4±0.7 c	2148±19 b	86±0.2 b
Pinot Noir	Kalecik Ankara	34.9±0.4	4653±266	298±15.916
Red Globe	Kalecik Ankara	27.9±0.0	14144±270	0.0±0.0
Syrah	Efemçukuru İzmir	38.1±1.1 b	5874±170 a	106±0.5 a
	Kalecik Ankara	45.7±3.4 b	3469 ±432 bc	0.0±0.0 b
	Tekirdağ	57.5±1.6 a	4388±122 b	0.0±0.0 b
	Urla İzmir	61.5±0.4 a	2987±50 c	0.0±0.0 b
Trakya İlkeren	Kalecik Ankara	26.3±0.5 b	10011±587 a	125±8.7 a
	Tekirdağ	43.1±0.4 a	8153±141 b	117±5.8 b

Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemlidir

Different letters in the same column indicate statistical differences at the p<0.05 level.

Sonuç ve Öneriler

Üzüm çekirdek ve kabuklarında bulunan fenolik bileşikler sayesinde son yıllarda önemi anlaşılmış tarımsal ürünlerdendir. Bunun yanı sıra salkım iskeletleri de sağlığa yararlı fenolik bileşikler açısından zengindir. Üzüm fenoliklerinin

antioksidan ve antimikrobiyal ajanlar olarak kullanımıyla ilgili çok sayıda çalışma bulunmasının yanı sıra, üzüm salkım iskeletlerinin değerlendirilmesinde ve gıda endüstrilerinde potansiyel kullanımlarında hala bir eksiklik söz konusudur. Araştırma salkım iskeletlerinin fitokimyasal bileşimi üzerine bir takım sonuçlar

ortaya koymuş olmakla birlikte, bu çok önemli sanayi artığı ürünlerin potansiyel olarak biyolojik aktif madde olarak kullanılmasını destekleyici sonuca varmıştır. Böylece katma değeri olan bir yan ürün olarak salkım iskeletlerinin kullanılabilmesiyle ilgili yeni araştırmalara yol açmıştır. Özellikle üzüm suyu ve şarap endüstrisi artığı olan salkım iskeletlerinin sürdürülebilir ve yüksek katma değerli bir ürüne (kozmetik, gıda ve/veya farmasötik) dönüştürülebilmesi amacıyla yeni araştırmalar gerçekleştirilmelidir.

Ekler

"11B4347003" kod numaralı ve "Ülkemizde Yetiştirilen Asma Tür ve Çeşitlerinde Antioksidan, Resveratrol ve Diğer Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma" isimli projeye sağladığı destek için "Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü" ne teşekkürlerimizi sunarız.

Çıkar Çatışması Beyanı: "Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler."

Kaynaklar

Anastasiadi, M., Pratsinis, H., Kletsas, D., Skaltsounis, A.L., Haroutounian, S. A. (2012). Grape stem extracts: Polyphenolic content and assessment of their in vitro antioxidant properties. *LWT - Food Science and Technology*, 48, 316-322.

Apostolou, A., Stagos, D., Galitsiou, E., Spyrou, A., Haroutounian, S., Portesis, N., Trizoglou, I., Hayes, A. W., Tsatsakis, A. M. & Kouretas, D. (2013). Assessment of polyphenolic content, antioxidant activity, protection against ROS-induced DNA damage and anticancer activity of *Vitis vinifera* stem extracts. *Food and Chemical Toxicology*, 61, 60-68.

Boocock, D. J., Faust, G. E. S., Patel, K. R., Schinas, A. M., Brown, V. A., Ducharme, M. P., Booth, T. D., Crowell, J. A., Perloff, M., Gescher, A. J. (2007). Phase I dose escalation pharmacokinetic study in healthy volunteers of resveratrol, a potential cancer chemopreventive agent. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, 16, 1246-1253.

Che, D. N., Xie, G. H., Cho, B. O., Shin, J. Y., Kang, H. J., Jang, S. I. (2017). Protective effects of grape stem extract against UVB-induced damage in C57BL mice skin. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 173, 551-559.

Del Rio, D., Rodriguez-Mateos, A., Spencer, J. P. E., Tognolini, M., Borges, G., Crozier, A. (2013). Dietary (Poly)phenolics in Human Health: Structures,

Bioavailability, and Evidence of Protective Effects Against Chronic Diseases. *Antioxidants and Redox Signaling*, 18, 1818-1892.

FAO (2019). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://www.fao.org/faostat/en/>.

Gambini, J., Inglés, M., Olaso, G., Lopez-Grueso, R., Bonet-Costa, V., Gimeno-Mallench, L., Mas-Bargues, C., Abdelaziz, K.M., Gomez-Cabrera, M. C., Vina, J., Borrás, C. (2015). Properties of resveratrol: In vitro and in vivo studies about metabolism, bioavailability, and biological effects in animal models and humans. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2015, 837042.

Martínez-Huélamo, M., Vallverdú-Queralt, A., Di Lecce, G., Valderas-Martínez, P., Tulipani, S., Jáuregui, O., Escribano-Ferrer, E., Estruch, R., Illan, M., Lamuela-Raventós, R. M. (2016). Bioavailability of tomato polyphenols is enhanced by processing and fat addition: Evidence from a randomized feeding trial. *Molecular Nutrition and Food Research*, 60, 1578-1589.

Martins, I. M., Roberto, B.S., Blumberg, J. B., Chen, C.-Y. O., Macedo, G. A. (2016). Enzymatic biotransformation of polyphenolics increases antioxidant activity of red and white grape pomace. *Food Research International*, 89, 533-539.

Ramírez-Garza, S. L., Laveriano-Santos, E. P., Marhuenda-Muñoz, M., Storniolo, C. E., Tresserra-Rimbau, A., Vallverdú-Queralt, A., Lamuela-Raventós, R. M. (2018). Health effects of resveratrol: Results from human intervention trials. *Nutrients*, 10(12), 1892.

Singleton, V. L., Rossi, J. J. A. (1965). Colorimetric of total polyphenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

Spigno, G., De Faveri, D. M. (2007). Antioxidants from grape stalks and marc: Influence of extraction procedure on yield, purity and antioxidant power of the extracts. *Journal of Food Engineering*, 78, 793-801.

Stagos, D., Kazantzoglou, G., Theofanidou, D., Kakalopoulou, G., Magiatis, P., Mitaku, S., Kouretas, D., 2006. Activity of grape extracts from Greek varieties of *Vitis vinifera* against mutagenicity induced by bleomycin and hydrogenperoxide in *Salmonella typhimurium* strain TA102. *Mutation Research*, 609(2), 165-175.

Surguladze, M. A., Bezuashvili, M. G. (2017). Impact of wine technology on the variability of resveratrol and piceids in Saperavi (*Vitis vinifera* L.). *Annals of Agrarian Science*, 14(3), 1-4.

Vázquez-Armenta, F. J., Silva-Espinoza, B.A., Cruz-Valenzuela, M.R., González Aguilar, G.A., Nazzaro, F., Fratianni, F. (2017). Antibacterial and antioxidant properties of grape stem extract applied as disinfectant in fresh leafy vegetables. *Journal of Food Science & Technology*, 54(10), 3192-3200.

Waterhouse, A. L. (2005). Determination of total polyphenolics, in *Handbook of Food Analytical Chemistry*, ed. by Wrolstad, R. E., Acree, T. E., Decker, E. A., Penner, M. H., Reid, D. S., Schwartz, S. J., Shoemaker, C. F., Smith, D. M., Sporns, P. John Wiley & Sons, 463-470, New Jersey.

Yoshino, J., Conte, C., Fontana, L., Mittendorfer, B., Imai, S.I., Schechtman, K. B., Gu, C., Kunz, I., Fanelli, F.R., Patterson, B.W. (2012) Resveratrol supplementation does not improve metabolic function in nonobese women with normal glucose tolerance. *Cell Metabolism*, 16, 658-66.

Toprak sıcaklığının ısı miktarına bağlı olarak değişiminin matematiksel modellenmesi

Mathematical modeling of soil temperature change depending on heat amount

İmanverdi EKBERLİ^{1*} , Coşkun GÜLSER¹ 

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

To cite this article:

Ekberli, İ. & Gülser, C. (2020). Toprak sıcaklığının ısı miktarına bağlı olarak değişiminin matematiksel modellenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 229-240.
DOI: 10.29050/harranziraat.638162

Address for Correspondence:
İmanverdi EKBERLİ
e-mail:
iman@omu.edu.tr

Received Date:
25.10.2019
Accepted Date:
15.05.2020

© 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

Toprak katmanlarındaki ısı miktarının değişimi, toprağın termo-fiziksel özellikleri, toprak mikro iklimi, toprak oluşum süreçleri vb. üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada, toprak profilindeki katmanların anlık soğuması durumunda toprağın bir boyutlu ısı iletkenlik denklemi benzerlik teorisine göre incelenmiştir. Çözüm, hata ve tamamlayıcı hata fonksiyonları kullanılarak basit bir şekilde ifade edilmiştir. Toprak katmanının soğuma sürecinde, toprak derinliği boyunca sıcaklığın zamana göre değişimi, toprak derinliği ve ısı miktarının bir fonksiyonu olarak teorik bir ifade ile gösterilmiştir. Araştırma toprağının gravimetrik ısı kapasitesi $950.404 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ olarak saptanmıştır. Araştırma dönemlerinde toprağın hacimsel ısı kapasitesi ve ısı miktarı sırasıyla $(2.324-2.654) \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ve $1.027 \cdot 10^6 - 3.227 \cdot 10^7 \text{ J m}^{-2}$ aralığında belirlenmiştir. Isı miktarının sabit olması durumunda, toprağın 0-10 cm katmanında 10 saat boyunca kaybedilen ısı işleminden sonra toprak sıcaklığı ortalama %49.20 azalmaktadır. Toprak profilinin alt katmanlarında ise sıcaklığın azalması düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Azalma süreci aynı zamanda toprağın gravimetrik ısı kapasitesine, hacimsel ısı kapasitesinin ve ısıl yayılım katsayısının değişimine de önemli derecede bağlı olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Toprak sıcaklığı, Isı miktarı, Benzerlik teorisi, Isı kapasitesi, Toprak derinliği

ABSTRACT

Change in the amount of heat in soil layers has a significant effect on thermo-physical properties of soil, soil microclimate, soil formation processes and etc. In this study, one dimensional thermal conductivity equation of soil is investigated according to similarity theory in case of instant cooling of soil layer. The solution is simply expressed using the error and complementary error functions. During the cooling process of the soil layer, the change in temperature of soil depth with respect to time is shown with a theoretical expression as a function of soil depth and heat amount. The gravimetric heat capacity of the research soil was determined as $950.404 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Volumetric heat capacity and heat quantity of the soil were determined in the range of $2.324 \cdot 10^6 - 2.654 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ and $1.027 \cdot 10^6 - 3.227 \cdot 10^7 \text{ J m}^{-2}$, respectively. The soil temperature decreases by an average of 49.20% after 10 hours of heat treatment in the 0-10 cm soil layer in case of constant heat amount. The temperature decrease in the lower layers of the soil occurs at a low level. The reduction process is also significantly dependent on the gravimetric heat capacity, volumetric heat capacity and the coefficient of thermal diffusion of the soil.

Key Words: Soil temperature, Heat quantity, Similarity theory, Heat capacity, Soil depth

Giriş

Toprakta sıcaklık alanının oluşumu sıcaklık değişimine, dolayısıyla toprağın ısı miktarına (ısı

enerjisine) önemli düzeyde bağlı olmaktadır. Isı miktarı ise ısı kapasitesinin ve sıcaklık değişiminin fonksiyonudur. Toprak katmanları arasındaki sıcaklık değişimi, toprağın fiziksel ve termofiziksel

özellikleri ısı miktarını etkilemektedir. Sıcaklık değişiminin toprağın ısı miktarına bağlı olarak teorik belirlenmesi ve pratikte uygulanması ısı iletkenliği denkleminin incelenmesiyle mümkün olmaktadır.

Çevresel ve biyolojik faktörleri (örneğin, güneş radyasyonu, hava ve toprak sıcaklığı, toprak nemi, buharlaşma, bitki gelişimi vb.) kontrol eden ısı bilançosunun parametrelerinin değişimi de, toprak sıcaklığı ve ısı miktarı arasındaki karşılıklı etkiye bağlıdır (Ding ve ark., 2013; Russell ve ark., 2015; Jia ve ark., 2016; Zhang ve ark., 2016; Ma ve ark., 2018; Eshonkulov ve ark., 2019; Kutikoff ve ark., 2019). Toprak-bitki ortamında oluşan toplam ısı miktarı, ısı depolama bileşenlerinden (hava, biyokütle, su, fotosentez ve toprak ısı depolaması) oluşmaktadır. Toprak ısı miktarı ise, etkili ısı depolama bileşeni olan toprak ısı depolamasına bağlı olup, toprak sıcaklığının değişimine bağlıdır. Oncley ve ark. (2007) yaptıkları bir araştırmada, toplam ısı miktarından ayrılan toprak ısı miktarının 10 watt m^{-2} olduğunu göstermiş, genel olarak ısı depolamasının (ısı miktarının) gün ortasında ve akşamın erken saatlerinde daha fazla meydana geldiğini vurgulamışlardır.

Toprakların enerji ve nem dengesinin ve ısısal özelliklerinin (ısısal yayılım, ısı iletkenliği, hacimsel ısı kapasitesi) değerlendirilmesine ait çalışmaların yapılmasında, toprak sıcaklığının ve değişiminin belirlenmesi gerekmektedir. ısı iletkenliği modelleri bitkisiz (Milly, 1986; Camillo ve ark., 1983; Novak ve Black, 1985; Passerat de Silans ve ark., 1989; Ekberli ve Gülser, 2015; 2016.) ve bitki altındaki (Braud ve ark., 1995; Ekberli ve Sarılar, 2014) topraklarda sıcaklık değerlerinin ve değişiminin belirlenmesine imkan sağlamaktadır. Araştırmanın amacına uygun olarak, toprağın ısı iletkenliği denkleminin çözümünde farklı sınır ve başlangıç koşullarına dayanarak, çeşitli yöntemlerden kullanılmaktadır (Cichota ve ark., 2004; Liu ve ark., 2005; Swain ve ark., 2012; Huang ve ark., 2014; Zhu ve ark., 2014; Ekberli ve ark., 2016; 2017; Oosterkamp ve ark., 2016; Kuznetsov ve ark., 2018). Passerat de Silans ve ark. (1996) tarafından toprağın ısısal yayılımının belirlenmesine ait yapılan bir

araştırmada, ısı taşınımı denkleminin çözümünde harmonik, Laplace dönüşümü, düzeltilmiş Laplace dönüşümü ve homojen olmayan toprak sisteminde Lettau yöntemi (Lettau, 1954) uygulanmıştır. Bazı araştırmacılar ise ısı iletkenliği denkleminin çözümünde, bağımsız değişkenlerin sayısını azaltarak denklemin sadeleştirilmesine imkan sağlayan, benzerlik teorisinden yararlanmışlardır (Okoya, 2001; Afify, 2009; Ihsak, 2010; Samanta ve Guha, 2012; Ekberli ve ark., 2015; Xu ve ark., 2015). Bitki altındaki toprakta su ve ısı taşınımının modellenmesine ait bir araştırmada, sonlu elemanlar yöntemi ile toprağın ısı iletkenliği denkleminin çözümü geliştirilmiş, başlangıç ve sınır koşulu olarak sıcaklığın kosinüsoidal değişiminden ve maksimum ve minimum değerlerinden kullanılmıştır (Antonopoulos, 2006). Toprağın temel ısı özelliklerinin (ısısal yayılım, ısı iletkenliği ve ısı akışı) belirlenmesinde kullanılan ısı iletkenliği denkleminin çözümünün elde edilmesinde ise, sınır koşulu olarak toprak yüzeyinde sıcaklığın harmonik değişimini (sinüsoidal ve kosinüsoidal) göz önüne alınmıştır (Evelt ve ark., 2012). Temel ısı iletkenliği denkleminin, toprak yüzeyinde ve herhangi bir derinliğindeki sıcaklık değişimleri arasındaki faz değişimini de içeren sınır koşuluna göre irdelenmesine ait bir çalışmada (Gülser ve ark., 2018), sınır koşulu olarak sinüs ve kosinüs fonksiyonlarını içeren matematiksel ifade kullanılmıştır. Toprak ve su değerlendirme aracının ampirik ve fiziksel temelli yöntemlerinden yararlanılarak ılıman bir bölgede toprak sıcaklığının modellenmesine yönelik yapılan bir araştırmada, ısı iletkenliği denkleminin sınır koşullarını belirlemek için ısı bilançosu denkleminde faydalanılmıştır (Qi ve ark., 2019). Toprak sıcaklığının düzenlenmesinde ve tahmin edilmesinde, bitki gelişiminde önemli ısısal parametreler olan sıcaklığın profil boyunca sönme derinliğinin ve gecikme zamanının belirlenmesinde, ısı iletkenliği denkleminin çözümünden elde edilen teorik matematiksel ifadeler kullanılmaktadır (Krarti ve ark., 1995; Gülser ve Ekberli, 2004; Holmes ve ark., 2008; Ekberli ve Sarılar, 2015; Russell ve ark., 2015; Hu ve ark., 2016).

Bu çalışmanın amacı, toprağın bir boyutlu ısı iletkenliği denkleminin, benzerlik değişkenine bağlı boyutsuz sıcaklık fonksiyonu dahil edilerek, benzerlik teorisine göre ısı miktarına bağlı çözümünün, çözüme etki yapan bazı termodinamik özelliklerin ve çözümün uygulanabilirliğinin incelenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Toprağın ısı iletkenliği süreci (ısı taşınımı) bu sürecin temel etkileyici faktörü olan toprak sıcaklığının mekana ve zamana göre değişimi sonucunda oluşmaktadır. Toprağın ısı iletkenliğinin belirlenmesinde deneysel ve teorik yöntemlerden kullanılmaktadır.

Isı iletkenliğinin teorik incelenmesi sıcaklığın mekana (x, y, z uzay koordinatlarına) ve zamana (t) göre değişiminin belirlenmesine bağlı olup,

$$T = f(x, y, z, t) \quad (1)$$

denkleminin yapılmasını gerektirmektedir. Eşitlik (1), toprağın tüm noktalarında ve her bir zaman adımında (aralığında) sıcaklık değerlerinin toplamını gösteren sıcaklık alanının matematiksel ifadesi olmaktadır. Sıcaklığın zamana bağlı olarak değişen değerlerine uygun olarak sabit ve değişken sıcaklık alanı tespit edilmektedir. Sıcaklığın bir koordinatın fonksiyonu olması varsayımı durumunda, bir boyutlu sıcaklık alanı $\left(T = f(x, t); \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial T}{\partial z} = 0 \right)$ oluşmakta ve herhangi bir toprak katmanında sıcaklığın zamana göre değişimi bir boyutlu ısı iletkenliği denklemiyle ifade edilmektedir. Isı iletkenliği denklemi, bu çalışmada sıcaklığın toprağın herhangi bir katmanında zamana bağlı dağılımının tahmin edilmesi için kullanılacak modelin materyalini oluşturmaktadır. Modelin oluşturulmasında, benzerlik değişkenine bağlı boyutsuz sıcaklık fonksiyonu dahil edilerek, boyutlu fiziksel parametreleri birleştirerek boyutsuz bir biçimde ifade edilmesine olanak sağlayan benzerlik teorisi yöntemi kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Isı miktarına bağlı olarak toprak sıcaklığının teorik incelenmesi

Toprağın herhangi bir alt katmanlarında ortalama sıcaklığın sabit olması varsayımında, katmanlar arasındaki sıcaklık farkları ısı miktarı oluşturmakta ve oluşan ısı miktarı sıcaklık değişimine etki yapmaktadır. Bu durumda sıcaklık değişiminin nicel olarak değerlendirilmesi için ısı iletkenliği denkleminin uygulanması mümkün olmaktadır.

Toprak yüzeyinde ve alt katmanlarda sıcaklığın değişimi, toprakta ısı taşınımına neden olmaktadır. Toprağın zamana bağlı bir boyutlu ısı iletkenliği süreci, ikinci mertebeden parabolik tipli kısmı türevli diferansiyel denklemle (Eşitlik 2) aşağıdaki gibi ifade edilmekte, toprak ve diğer bilim dallarında geniş düzeyde uygulanmaktadır (Cichota ve ark., 2004; Goldstein, 2010a,b; Evett ve ark., 2012; Ekberli ve Gülser, 2014; van Lopik ve ark., 2015; Chen ve ark., 2016; Liang ve ark., 2017; Thiery ve ark., 2018; Barraza ve ark., 2019; Gülser ve ark., 2019).

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (0 \leq x < \infty, -\infty < t), \quad (2)$$

$$a = \frac{\lambda}{C_H}$$

Burada, T - toprak katmanının sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$); t - zaman (sn); a - ısısal yayılım katsayısı ($\text{cm}^2\text{sn}^{-1}$); λ - ısı iletkenliği katsayısı

($\text{Jm}^{-1}\text{sn}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ veya $\text{watt m}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$); C_H - hacimsel ısı kapasitesi ($\text{Jm}^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ veya $\text{cal cm}^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$); x - mesafe (cm)'dir.

Toprak katmanlarında sıcaklık değişimi sonucunda oluşan ve birim alandan geçen ısı miktarına (Q, Jm^{-2}) bağlı olarak, ısı iletkenliği denkleminin (Eşitlik 2) çözümünü boyutsuz biçimde inceleyelim.

Yeryüzüne ulaşan güneş radyasyonu (ısı kaynağı) sonucunda toprak yüzeyi ve alt

katmanlar arasındaki sıcaklık farkları, dolayısıyla toprakta ısı miktarı (enerjisi) oluşmaktadır. Toprağın ısı miktarı yüzey sıcaklığına önemli düzeyde bağlı olmaktadır. Bu durumda, ısı iletkenliği denklemi (Eşitlik 2), teorik olarak $x \rightarrow \infty$ ise $T \rightarrow T_0$ (T_0 -toprak yüzeyinin veya herhangi bir katmanın ortalama sıcaklığı) sınır koşulunu sağlamaktadır. Toprakta sıcaklığın dağılımına uygun olarak, birim alandan geçen ısı miktarı ($J m^{-2}$), aşağıdaki gibi ifade olunabilir:

$$Q = \rho C_g \int_{-\infty}^{\infty} (T - T_0) dx = 2\rho C_g \int_0^{\infty} (T - T_0) dx \quad (3)$$

Burada, ρ - toprağın özgül ağırlığı (kgm^{-3}); C_g - gravimetrik ısı kapasitesi ($cal gr^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$ veya $J kg^{-1} \text{ } ^\circ C^{-1}$)'dir.

Aynı zamanda, bir boyutlu ısı iletkenlik denkleminin benzerlik teorisine göre çözümünde (Luikov ve Mikhailov, 1965; Luikov, 1967; Kreith ve Black, 1983; Ekberli ve ark., 2015) boyutsuz sıcaklık fonksiyonu

$$\eta = \frac{x}{2\sqrt{at}} \quad (4)$$

benzerlik değişkenine bağlı olmaktadır. Sıcaklık ve birim alandan geçen ısı miktarı karşılıklı

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{at}} \frac{d\theta}{d\eta} \frac{d\eta}{dt} + \theta \frac{Q}{2\rho C_g} \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{\sqrt{at}} \right) = \frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{at}} \frac{d\theta}{d\eta} \frac{x}{2\sqrt{a}} \left(-\frac{1}{2} t^{-\frac{3}{2}} \right) + \theta \frac{Q}{2\rho C_g} \frac{1}{\sqrt{a}} \left(-\frac{1}{2} t^{-\frac{3}{2}} \right) = -\frac{Qt^{\frac{3}{2}}}{4\rho C_g \sqrt{a}} \left(\eta \frac{d\theta}{d\eta} + \theta \right) \quad (8);$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = \frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{at}} \frac{d\theta}{d\eta} \frac{d\eta}{dx} = \frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{at}} \frac{d\theta}{d\eta} \frac{1}{2\sqrt{at}} \Rightarrow \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = \frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{at}} \frac{d^2\theta}{d\eta^2} \frac{d\eta}{dx} \frac{1}{2\sqrt{at}} = \frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{at}} \frac{d^2\theta}{d\eta^2} \frac{1}{4at} \quad (9)$$

etkileşimde olduklarından, boyutsuz sıcaklık fonksiyonu aşağıdaki biçimde yazılabilir (Turcotte ve Schubert, 1985):

$$\theta = \frac{T - T_0}{\frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{at}}} = \frac{2\rho C_g \sqrt{at} (T - T_0)}{Q} \quad (5)$$

Eşitlik (5)'den görüldüğü gibi, θ değeri yalnızca η benzerlik değişkeninin fonksiyonudur. Eşitlik (4) ve (5)'den sırasıyla elde edilen $dx = 2\sqrt{at} d\eta$ ve $T - T_0 = \frac{Q\theta}{2\rho C_g \sqrt{at}}$ ifadeleri Eşitlik (3)'de yerine konursa, boyutsuz sıcaklık fonksiyonu (θ) için,

$$Q = 2\rho C_g \int_0^{\infty} \frac{Q\theta}{2\rho C_g \sqrt{at}} 2\sqrt{at} d\eta \text{ veya } \int_0^{\infty} \theta d\eta = \frac{1}{2} \quad (6)$$

elde edilir. Isı iletkenliği denklemini boyutsuz biçimde yazmak için;

$$T = T_0 + \frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{at}} \theta \quad (7)$$

ifadesinden

bulunur. (8) ve (9) ifadeleri Eşitlik (2)'de yerine yazılırsa,

$$-\frac{Qt^{\frac{3}{2}}}{4\rho C_g \sqrt{a}} \left(\eta \frac{d\theta}{d\eta} + \theta \right) =$$

$$= a \frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{at}} \frac{d^2\theta}{d\eta^2} \frac{1}{4at}$$

veya

$$-2 \left(\eta \frac{d\theta}{d\eta} + \theta \right) = \frac{d^2\theta}{d\eta^2}$$

veya $-2 \frac{d}{d\eta} (\eta \theta) = \frac{d^2\theta}{d\eta^2}$ (10)

elde edilir. Eşitlik (10)'dan η 'ya göre integrali alınır,

$$-2\eta \theta = \frac{d\theta}{d\eta} + C_1 \quad (C_1 \text{-integral sabitidir}) \quad (11)$$

bulunur. Toprakta sıcaklığın dağılımı, teorik olarak yüzeye göre simetrik olduğundan $C_1 = 0$ kabul edilir. Bu durumda, Eşitlik (11)'den

$$\frac{d\theta}{\theta} = -2\eta d\eta \text{ olarak, } \theta = C_2 e^{-\eta^2} \quad (12)$$

bulunur. İntegral sabitini (C_2) belirlemek için, integral koşulu (Eşitlik 6) kullanılır. Eşitlik (12) ifadesi Eşitlik (6)'da göz önüne alınır,

$$C_2 \int_0^\infty e^{-\eta^2} d\eta = \frac{1}{2} \quad (13)$$

olur. $erf\eta = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\eta e^{-\eta^2} d\eta$ içiminde ifade olunan

Gauss integral hata veya Kramp fonksiyonunun özelliğine göre (Luikov,1967),

$$erf \infty = 1 = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty e^{-\eta^2} d\eta \Rightarrow \int_0^\infty e^{-\eta^2} d\eta = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

olduğundan, Eşitlik (13)'den $C_2 = \frac{1}{\sqrt{\pi}}$ bulunur. Bu durumda, Eşitlik (12) ifadesi

$$\theta = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-\frac{x^2}{4at}} \text{ biçiminde olur ve Eşitlik (7)}$$

ifadesinde göz önüne alınarak, toprağın ısı iletkenliği denkleminin birim alandan geçen ısı miktarının (Q) değişimine bağlı çözümü aşağıdaki biçimde elde edilir:

$$T = T_0 + \frac{Q}{2\rho C_g \sqrt{\pi at}} e^{-\frac{x^2}{4at}} \quad (14)$$

Toprak katmanındaki ısı miktarının değişimine bağlı olarak, Eşitlik (14) toprak katmanındaki sıcaklığın değişiminin (soğumasının) değerlendirilmesine ve tahmin edilmesine imkân sağlamaktadır.

Toprak sıcaklığının günlük değişimi ve ısısal yayılım katsayısının değerlendirilmesi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus Yerleşim sahasında yer alan Ziraat Fakültesinin deneme alanı ($41^\circ 21.86'$ Kuzey, $36^\circ 11.41'$ Doğu koordinatlarında, deniz seviyesinden 190 m yükseklikte) toprağında yapılan sıcaklık ölçümleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Ölçülen sıcaklık değerlerinden kullanılarak, toprağın temel ısı iletkenliği denkleminin çözümünden elde edilen

$$a = \frac{\omega(x_i - x_{i+1})^2}{2(\ln(A_i/A_{i+1}))^2} \quad (i = \overline{1,3}) \quad (15)$$

ifadesine (Trombotto ve Borzotta 2009; Correia ve ark. 2012; Arias-Penas ve ark. 2015; Ekberli ve Dengiz 2016; Dengiz ve Ekberli 2017) göre toprak katmanlarının hesaplanan ortalama ısısal yayılım katsayılarının ve ısısal yayınıma etki yapan parametrelerin değerleri

($T_{\text{maksimum}}, T_{\text{ortalama}}, A = T_{\text{maksimum}} - T_{\text{ortalama}}$) Çizelge 2'de verilmiştir. Eşitlik (15)'te gösterilen A_i ve A_{i+1} sırasıyla toprağın x_i ve x_{i+1} derinliklerine ait sıcaklık amplitütü değerleri;

$\omega = \frac{2\pi}{P} = \frac{6.28}{36000 \text{ sn}} \approx 0.000174 \text{ sn}^{-1}$ - açılal frekansıdır.

Çizelge 1. Toprağın ölçülen sıcaklık (°C) değerleri
Table 1. Measured soil temperature (°C) values

Tarih Date	Derinlik, cm Depth, cm	Zaman, saat Time, hour						Ortalama sıcaklık, °C Average temperature, °C
		09 ⁰⁰	11 ⁰⁰	13 ⁰⁰	15 ⁰⁰	17 ⁰⁰	19 ⁰⁰	
19.04.2005	0	19.1	23.0	33.0	28.6	21.0	16.0	23.5
	10	15.8	17.3	22.8	15.7	15.4	15.5	17.1
	20	14.7	16.5	21.2	16.3	15.5	16.2	16.7
	50	14.6	15.5	15.8	16.0	15.0	15.0	15.3
05.05.2005	0	23.0	35.4	37.8	36.8	26.0	21.2	30.0
	10	17.4	16.6	22.1	17.5	17.4	16.6	17.9
	20	14.5	15.5	19.0	14.5	15.3	15.4	15.7
	50	13.0	13.8	14.2	14.2	14.0	13.8	13.8
14.06.2005	0	31.5	38.4	43.8	42.0	37.8	25.4	36.5
	10	22.4	22.9	27.8	23.2	22.4	23.2	23.7
	20	21.6	21.8	26.0	22.6	22.1	22.4	22.8
	50	15.7	16.9	16.1	15.6	16.2	16.3	16.1

Çizelge 2. Isısal yayınıma etki yapan parametrelerin ve ısısal yayınım katsayılarının değerleri

Table 2. The values of the parameters affecting the thermal diffusion and coefficients of thermal diffusion

Tarih Date	Derinlik, cm Depth, cm	$T_{maksimum}, ^\circ C$	$T_{ortalama}, ^\circ C$	$A, ^\circ C$	$a, m^2 sn^{-1}$
19.04.2005	0	33.0	23.5	9.5	
	10	22.8	17.1	5.7	$0.33 \cdot 10^{-5}$
	20	21.2	16.7	4.5	$1.56 \cdot 10^{-5}$
	50	16.0	15.3	0.7	$0.23 \cdot 10^{-5}$
05.05.2005	0	37.8	30.0	7.8	
	10	22.1	17.9	4.2	$0.23 \cdot 10^{-5}$
	20	19.0	15.7	3.3	$1.50 \cdot 10^{-5}$
	50	14.2	13.8	0.4	$0.18 \cdot 10^{-5}$
14.06.2005	0	43.8	36.5	7.3	
	10	27.8	23.7	4.1	$0.26 \cdot 10^{-5}$
	20	26.0	22.8	3.2	$1.42 \cdot 10^{-5}$
	50	16.9	16.1	0.8	$0.41 \cdot 10^{-5}$

$T_{maksimum}$, $T_{ortalama}$, A , a : toprak katmanındaki sırasıyla maksimum ve ortalama sıcaklık (°C), amplitüt (°C), ısısal yayınım katsayısı ($m^2 sn^{-1}$)

$T_{maksimum}$, $T_{ortalama}$, A , a : maximum and average temperature (°C), amplitude (°C), thermal diffusion coefficient ($m^2 sec^{-1}$) in the soil layer, respectively

Çizelge 1 ve 2'den görüldüğü gibi, toprak yüzeyinden derinlere doğru inildikçe minimum sıcaklıkta değişim (katmanlar arasındaki sıcaklık farkı) az olmaktadır. Maksimum sıcaklıkta da düşüş eğilimi görülmekte, minimum sıcaklıkla karşılaştırıldığında katmanlar arasındaki sıcaklık değişimi daha fazla olmaktadır. Genel olarak, alt katmanlara doğru ortalama günlük sıcaklığın değişimi düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Toprak katmanlarındaki sıcaklık dalgalarının amplitütü, teorik olarak toprak derinliği boyunca ekspansiyonel olarak azalmaktadır. Toprak özellikleriyle beraber, toprak katmanlarının ortalama ve maksimum sıcaklığı amplitütü önemli düzeyde etkilemektedir. Alt katmanlarda ortalama sıcaklığın ve sıcaklık değişiminin

(dolayısıyla maksimum sıcaklığın) düşük olması, amplitütün azalmasına neden olan önemli faktörlerdir. Yüzey sıcaklığının toprağın 10-20 cm katmanına daha fazla etkisi sonucunda bu katmada sıcaklık değişimi kararlılık göstermekte ve ısısal yayınım katsayısı daha fazla olmaktadır. Alt toprak katmanlarında sıcaklık değişiminin, dolayısıyla ısı iletiminin az olması ısısal yayınımın düşük olmasına neden olan önemli faktörlerdendir.

Genel olarak, iklimsel faktörlerle beraber ısısal yayınıma önemli düzeyde etki yapan toprak özelliklerindeki düzensiz değişim, toprak özelliklerinin bir birine olan karşılıklı etkisi, horizon derinliği, sıcaklık dalgalarının frekansı vb. ısısal yayınımın orantısız değişimine ve farklı

değerlere sahip olmasına sebep olmaktadır (Arkhangel'skaya ve ark., 2005; Tikhonravova, 2007; Arkhangel'skaya ve Umarova, 2008; Dengiz ve Ekberli, 2017).

Sıcaklık değişimine bağlı olarak toprağın ısı miktarının (Q) belirlenmesi

Toprağın ısı miktarı hacimsel ısı kapasitesi, hacim ve sıcaklık değişimiyle doğrusal orantılı olup, aşağıdaki gibi ifade olunmaktadır:

$$Q = C_H V (T_i - T_{i+1}) = C_H V \Delta T \quad (i=1,3) \quad (16)$$

Burada, C_H - toprağın hacimsel ısı kapasitesi ($cal\ cm^{-3}\ ^\circ C^{-1}$ veya $J\ m^{-3}\ ^\circ C^{-1}$); V - birim hacim (cm^3 veya m^3); ΔT - toprağın x_i ve x_{i+1} derinliklerindeki ortalama sıcaklık farkı ($^\circ C$)'dir.

Toprağın gravimetrik ısı kapasitesi ($C_g, cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ veya $J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$) aşağıdaki ifade ile hesaplanmaktadır (Hanks ve Ashcroft 1980; Hilel 2004):

$$C_g = C_{org} \frac{m_{org}}{m} + C_{min} \left(1 - \frac{m_{org}}{m} \right) \quad (17)$$

Burada, C_{org} ve C_{min} - sırasıyla topraktaki organik maddenin ve mineral maddenin özgül ısı kapasitesi ($cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ veya $J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$); $\frac{m_{org}}{m}$ - topraktaki organik madde miktarı ($gr\ gr^{-1}$ veya %) olmaktadır. Araştırma toprağında $C_{org} = 0.46\ cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1}$; $\frac{m_{org}}{m} = 0.0283\ gr\ gr^{-1}$; $C_{min} = 0.22\ cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ olduğunu göz önüne alarak, $C_g = 0.227\ cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1} = 950.404\ J\ kg^{-1}\ ^\circ C^{-1}$ elde edilir.

Toprağın hacimsel ısı kapasitesi (C_H)

$$C_H = C_g \rho_v + C_s W_\theta \quad (18)$$

şeklinde ifade edilir. Burada, ρ_v - toprağın hacim ağırlığı ($1.12\ gr\ cm^{-3}$); C_s - suyun hacimsel ısı kapasitesi ($1.00\ cal\ cm^{-3}\ ^\circ C^{-1}$); W_θ - toprağın hacimsel nem ($cm^3\ cm^{-3}$) içeriğini göstermektedir. Bu değerlere göre toprağın hacimsel ısı kapasitesi (C_H) aşağıdaki ifadeye göre belirlenmektedir:

$$C_H = 0.227\ cal\ gr^{-1}\ ^\circ C^{-1} \cdot 1.12\ gr\ cm^{-3} + 1.00\ cal\ cm^{-3}\ ^\circ C^{-1} W_\theta$$

$$C_H = (0.254 + W_\theta)\ cal\ cm^{-3}\ ^\circ C^{-1} \quad (19)$$

Genel olarak, toprağın ısı kapasitesi toprağın mineralojik yapısına ve bünyesine, organik madde miktarına, nem içeriğine, gözenekliliğine ve havasına bağlı olup, Eşitlik (19)'dan da görüldüğü gibi, toprak neminin artması durumunda, hacimsel ısı kapasitesi doğrusal olarak artmaktadır.

Toprağın gravimetrik ısı kapasitesi, hacimsel nem içeriği ve toprağın x_i ve x_{i+1} derinliklerindeki ortalama sıcaklık değerleri arasındaki farka (ΔT) bağlı olarak Eşitlik (19) ve (16) ifadelerinden sırasıyla hesaplanan hacimsel ısı kapasitesi ve ısı miktarı değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3'den görüldüğü gibi, katmanlar üzere hacimsel ısı kapasitesi dar aralıkta değişmektedir. Toprağın ısı miktarı ise geniş aralıkta değişmekte, katman derinliklerindeki ortalama sıcaklık farkı ısı miktarının artışına neden olan temel faktör olmaktadır. Dolayısıyla, toprakta ısı miktarının korunması, katmanlardaki sıcaklık değişiminin korunması ile ilişkili olmaktadır. Günlük hava koşullarının çabuk değişimi, termo fiziksel parametreler arasında düzenli (orantılı) olmayan farklara neden olmaktadır. Genel olarak, net radyasyon, gizli ısı akışı, evapotranspirasyon gibi faktörlerde ısı miktarını önemli düzeyde etkilemektedir.

Çizelge 3. Toprağın bazı termo-fiziksel parametre değerleri

Table 3. Some thermo-physical parameter values of soil

Tarih Date	Derinlik, cm Depth, cm	$C_g,$ $J kg^{-1} °C^{-1}$	$\frac{W, \%}{W_\theta, cm^3 cm^{-3}}$	$\Delta T, °C$	$C_H \cdot 10^6,$ $J m^{-3} °C^{-1}$	$Q, J m^{-2}$
19.04.2005	0-10	950.404	<u>28.78</u> 0.321	6.4	2.407	$1.541 \cdot 10^7$
	10-20		<u>32.02</u> 0.359	0.4	2.567	$1.027 \cdot 10^6$
	20-50		<u>33.88</u> 0.380	1.4	2.654	$3.716 \cdot 10^6$
05.05.2005	0-10	950.404	<u>30.25</u> 0.339	12.1	2.483	$3.004 \cdot 10^7$
	10-20		<u>32.36</u> 0.362	2.2	2.579	$5.674 \cdot 10^6$
	20-50		<u>32.05</u> 0.359	1.9	2.567	$4.877 \cdot 10^6$
14.06.2005	0-10	950.404	<u>31.01</u> 0.348	12.8	2.521	$3.227 \cdot 10^7$
	10-20		<u>31.98</u> 0.358	0.9	2.562	$2.306 \cdot 10^6$
	20-50		<u>26.89</u> 0.301	6.7	2.324	$1.557 \cdot 10^7$

C_g : toprağın gravimetrik ısı kapasitesi ($cal\ gr^{-1}\ °C^{-1}$ veya $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$), W_θ : toprağın hacimsel nem içeriği ($cm^3\ cm^{-3}$), ΔT : toprağın x_i ve x_{i+1} derinliklerindeki ortalama sıcaklık farkı ($°C$), C_H : hacimsel ısı kapasitesi ($J\ m^{-3}\ °C^{-1}$), Q : toprağın ısı miktarı ($J\ m^{-2}$)

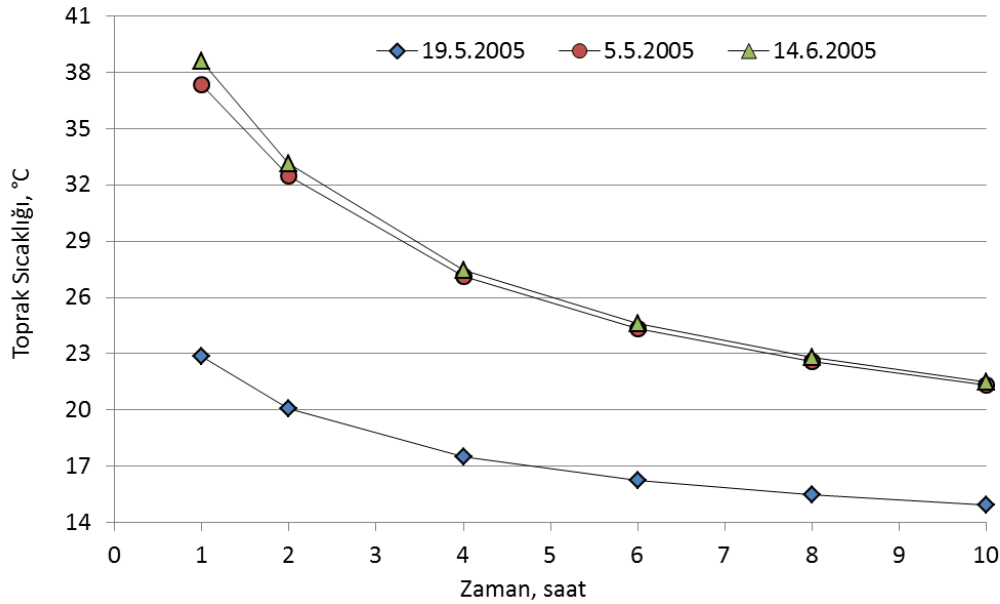
C_g : soil gravimetric heat capacity ($cal\ gr^{-1}\ °C^{-1}$ veya $J\ kg^{-1}\ °C^{-1}$), W_θ : volumetric moisture content of the soil ($cm^3\ cm^{-3}$), ΔT : average temperature difference at x_i and x_{i+1} depths of soil ($°C$), C_H : volumetric heat capacity ($J\ m^{-3}\ °C^{-1}$), Q : amount of heat in the soil ($J\ m^{-2}$)

Toprak katmanında ısı miktarına bağlı olarak sıcaklığın zaman göre değişimi

Farklı toprak katmanlarındaki ısı miktarı ve ısı miktarının değişimi toprak sıcaklığına etki yapan temel faktörlerden biridir. Sürekli olarak güneş radyasyonunun etkisi altında olan toprak yüzeyinde oluşan farklı ısı miktarı, toprak katmanlarındaki sıcaklık değişimlerine neden olmaktadır. Toprak yüzeyinde ısı miktarının sabit olması durumunda, katmanlardaki sıcaklık değişimi fazla olmamaktadır.

Farklı toprak katmanlarındaki sıcaklığın zamana ve derinliğe göre değişimi, Eşitlik (14) ifadesi kullanılarak farklı ısı miktarı değerlerinde teorik

olarak hesaplanabilir. Farklı dönemlerde ve ısı miktarında toprağın 0-10 cm katmanındaki sıcaklığın zamana göre değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, ısı miktarının $1.541 \cdot 10^7\ J\ m^{-2}$, $3.004 \cdot 10^7\ J\ m^{-2}$ ve $3.227 \cdot 10^7\ J\ m^{-2}$ sabit değerlerinde, 10 saat boyunca kaybedilen ısı işleminden sonra, toprağın 0-10 cm katmanında sıcaklığın sırasıyla %34.72; %57.13 ve %55.68 azaldığı tahmin edilmiştir. Sıcaklık ölçümü zamanındaki hava koşulları, toprağın termo-fiziksel özelliklerinin değişimi, ısı miktarının sabit kabul edilmesi vb. gibi faktörler, sıcaklığının düzensiz azalmasına neden olan faktörler olabilir.



Şekil 1. Isı miktarına bağlı olarak toprağın 0-10 cm katmanında sıcaklığın zamana göre değişimi
Figure 1. Temperature change over timed depending on the amount of heat in 0-10 cm layer of soil

Toprağın 10-20 cm ve 20-50 cm katmanlarında ise sıcaklığın çok düşük düzeyde değişimi (azalması) tahmin edilmiştir. Bu durum ısı kaybının derin toprak katmanlarında daha yüksek, katmanlar arasındaki sıcaklık farkının düşük olmasının yanı sıra aynı zamanda *the* modelin tüm termo-fiziksel parametreleri kapsamamasından da kaynaklanabilir.

Ayrıca, Eşitlik (14) ifadesinden görüldüğü gibi toprak yüzeyinden x mesafesinde, sıcaklık zamana göre artarak maksimum değerini almakta, sonra ise azalmaktadır. Fonksiyonun maksimum değerinin belirlenmesi koşuluna göre, Eşitlik (14)'den

$$\frac{dT}{dt} = \frac{dT}{dt} = \frac{Q}{2\rho C_s \sqrt{\pi a}} e^{-\frac{x^2}{4at}} \left(-\frac{1}{2t\sqrt{t}} + \frac{x^2}{4at^2\sqrt{t}} \right) = 0$$

yazılarak, sıcaklığın maksimum değerine uygun

olan zaman $t = \frac{x^2}{2a}$ olarak elde edilir.

Sonuç

Toprağın bir boyutlu temel ısı iletkenliği denklemi benzerlik yöntemine göre irdelenmiş; toprak katmanının soğuma sürecinde sıcaklığın değişimi ile ısı miktarı, toprağın özgül ağırlığı ve gravimetrik ısı kapasitesi, ısıl yayılım katsayısı, toprak derinliği arasında fonksiyonel ilişkiyi gösteren analitik bir ifade saptanmıştır. Isı

miktarının sabit olması durumunda, yüzey toprak katmanında sıcaklık değişiminin daha yüksek olduğu tahmin edilmiştir. Isı miktarı ve toprak tabakasının derinliği tarafından kontrol edilen ısı kaybı sürecinde toprak sıcaklığının azaldığı teorik olarak tespit edilmiştir. Yüzey toprak sıcaklığının toprak profilindeki ısı değişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve yüzey toprak katmanlarının bu ısı değişiminden daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Toprağın soğuması sürecinde, yüzey toprak katmanlarından kaynaklanan ısı kaybı, derin toprak katmanlarından daha yüksektir. Genel olarak, matematiksel modellerin oluşturulmasında ve uygulanmasında varsayımlar yapılmasından kaynaklanan noksanların aradan kaldırılması için varsayımların azaltılması gerekmektedir. Bu nedenle, daha fazla termo-fiziksel özellikleri göz önüne alarak, kullanılan analitik ifadenin daha da genelleştirilmesi mümkün olabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

Afify, A.A. (2009). Similarity solution in MHD: Effects of thermal diffusion and diffusion thermo on free convective heat and mass transfer over a stretching surface considering suction or injection. *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat*, 14, 2202-2214.

- Antonopoulos, V.Z. (2006). Water movement and heat transfer simulations in a soil under ryegrass. *Biosystems Engineering*, 95 (1), 127-138.
- Arias-Penas, D., Castro-Garcia, M.P, Rey-Ronco, M.A, & Alonso-Sanchez, T. (2015). Determining the thermal diffusivity of the ground based on subsoiltemperatures. Preliminary results of an experimental geothermalborehole study QTHERMIE-UNIOVI. *Geothermics*, 54, 35-42.
- Arkhangel'skaya, T.A., Guber, A.K., Mazirov, M.A., & Prokhorov, M.V. (2005). The temperature rejime of soils in Vladimir Opol'e Region. *Pochvovedeniye*, 7, 832-843.
- Arkhangel'skaya, T.A., & Umarova, A.B. (2008). Thermal diffusivity and temperature regime of soils in large lysimeters of the experimental soil station of Moscow State University. *Pochvovedeniye*, 3, 311-320.
- Barraza, V., Grings, F., Franco,M., Douna, V., Entekhabi, D., Restrepo-Coupe, N., Huete, A., Gassmann, M., & Roitberg, E. (2019). Estimation of latent heat flux using satellite land surface temperature and a variational data assimilation scheme over a eucalypt forest savanna in Northern Australia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 268, 341–353.
- Braud, I., Dantas-Antonino, A.C., Vauclin, M., Thony, J.L., & Ruelle, P. (1995). A simple soil-plant-atmosphere transfer model (SiSPAT) development and field verification. *Journal of Hydrology*, 166 (3-4), 213-250.
- Camillo, P.J., Gurney, R.J., & Schmutge, T.J. (1983). A soil and atmospheric boundary layer model for evapotranspiration and soil moisture studies. *Water Resources Research*, 19 (2), 371-380.
- Chen, S., Mao, J., & Han, X. (2016). Heat transfer analysis of a vertical ground heat exchanger usingnumerical simulation and multiple regression model. *Energy and Buildings*, 129, 81-91.
- Cichota, R., Elias, E.A., & van Lier, Q.J. (2004). Testing a finite-difference model for soil heat transfer by comparing numerical and analytical solutions. *Environmental Modelling & Software*, 19, 495-506.
- Correia, A., Vieira, G., & Ramos, M. (2012). Thermal conductivity and thermal diffusivity of cores from a 26 meter deep borehole drilled in Livingston Island, Maritime Antarctic. *Geomorphology*, 155(156), 7-11.
- Dengiz, O, & Ekberli, İ. (2017). Bazı vertisol alt grup topraklarının fizikokimyasal ve ısıl özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1), 45-52.
- Ding, R., Kang, S., Li, F., Zhang, Y., & Tong, L. (2013). Evapotranspiration measurement and estimation using modified Priestley-Taylor model in an irrigated maize field with mulching. *Agricultural and Forest Meteorology*, 168 (1), 140-148.
- Ekberli, İ., & Dengiz, O. (2016). Bazı inceptisol ve entisol alt grup topraklarının fizikokimyasal özellikleriyle ısıl yayılım katsayısı arasındaki regresyon ilişkilerin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 5(2), 1-10.
- Ekberli, İ., Dengiz O, Gülser C, & Özdemir N, (2016). Benzerlik teorisinin toprak sıcaklığına uygulanabilirliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 4 (2), 63-68.
- Ekberli, İ., & Gülser, C. (2014). Estimation of soil temperature by heat conductivity equation. *Vestnik Bashkir State Agrarian University (Вестник Башкирского Государственного Аграрного Университета)*, 2 (30), 12-15.
- Ekberli, İ., & Gülser, C. (2015). İki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin bağı olarak toprak sıcaklığının matematiksel modellenmesi *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi*, 30 (3), 287-291.
- Ekberli, İ., & Gülser, C. (2016). Toprağın ısıl yayılımının fonksiyonel değişimi ve toprak sıcaklığına etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31 (2), 294-300.
- Ekberli, İ., Gülser, C., & Mamedov, A. (2015). Toprakta bir boyutlu ısı iletkenlik denkleminin incelenmesinde benzerlik teorisinin uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 69-79.
- Ekberli, İ., Gülser, C., & Özdemir, N. (2017). Farklı toprak derinliklerindeki sıcaklığın tahmininde parabolik fonksiyonun kullanımı. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (1), 34- 38.
- Ekberli, İ., & Sarılar, Y. (2014). Investigating soil temperature variability and thermal diffusivity in grass covered and shaded areas by trees. *Почвоведение и Агрохимия (Soil Science and Agrochemistry, Almaty)*, № 4, Алматы, pp. 17-30.
- Ekberli, İ., & Sarılar, Y. (2015). Toprak sıcaklığının profil boyunca sönme derinliğinin ve gecikme zamanının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Dergisi*, 52 (2), 219-225.
- Eshonkulov, R., Poyda, A., Ingwersen, J., Pulatov, A., & Streck, T. (2019). Improving the energy balance closure over a winter wheat field by accounting for minor storage terms. *Agricultural and Forest Meteorology*, 264, 283-296.
- Evet, S.R., Agam, N., Kustas, W.K., Colaizzi, P.D., & Schwartz, R.C. (2012). Soil profile method for soil thermal diffusivity, conductivity and heat flux: Comparison to soil heat flux plates. *Advances in Water Resources*, 50, 41-54.
- Gülser, C., & Ekberli, İ. (2004). A comparison of estimated and measured diurnal soil temperature through a clay soil depth. *Journal of Applied Sciences*, 4(3), 418-423.
- Gülser, C., Ekberli, İ., & Mamedov, A. (2019). Toprak Sıcaklığının Yüzey Isı Akışına Bağlı Olarak Değişimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1), 1-9.
- Gülser, C., Ekberli, İ., Mamedov, A., & Özdemir, N. (2018). Faz değişimine bağı olarak ısı iletkenliği denkleminin incelenmesi ve toprak neminin ısıl yayıma etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 33 (3), 261-269.
- Goldstein, R.J., Ibele, W.E., Patankar, S.V., Simon, T.W., Kuehn, T.H., Strykowski, P.J., Tamma, K.K., Heberlein, J.V.R., Davidson, J.H., Bischof, J., Kulacki, F.A., Kortshagen, U., Garrick, S., Srinivasan, V., Ghosh, K. & Mittal, R. (2010a). Heat transfer-A review of 2004 literature. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53, 4343-4396.
- Goldstein, R.J., Ibele, W.E., Patankar, S.V., Simon, T.W., Kuehn, T.H., Strykowski, P.J., Tamma, K.K., Heberlein, J.V.R., Davidson, J.H., Bischof, J., Kulacki, F.A., Kortshagen, U., Garrick, S., Srinivasan, V., Ghosh, K., & Mittal, R. (2010b). Heat transfer-A review of 2005 literature. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53, 4397-4447.

- Hanks, R.J., & Ashcroft, G.J. (1980). *Applied soil physics. Soil water and temperature applications*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 125-144.
- Hilel, D. (2004). *Introduction to environmental soil physics*. Elsevier Academic Press, USA, pp. 215-233.
- Holmes, T.R.H., Owe, M., De Jeu, R.A.M., & Kooi, H. 2008. Estimating the soil temperature profile from a single depth observation: A simple empirical heatflow solution. *Water Resources Research*, 44 (2), W0241, 1-11.
- Hu, G., Zhao, L., Wu X., Li, R., Wu, T., Xie, C., Qiao, Y., Shi, J., Li, W., & Cheng, G. (2016). New Fourier-series-based analytical solution to the conduction-convection equation to calculate soil temperature, determine soil thermal properties, or estimate water flux. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 95, 815-823.
- Huang, F., Zhan, W., Ju, W., & Wang, Z. (2014). Improved reconstruction of soil thermal field using two-depth measurements of soil temperature. *Journal of Hydrology*, 519, 711-719.
- Ihsak, A., (2010). Similarity solutions for flow and heat transfer over a permeable surface with convective boundary condition. *Applied Mathematics and Computation* 217, 837-842.
- Jia, X., Zha, T.S., Gong, J.N., Wu, B., Zhang, Y.Q., Qin, S.G., Chen, G.P., Feng, W., Kellomaki, S., & Peltola, H. (2016). Energy partitioning over a semi-arid shrubland in northern China. *Hydrological Processes*. 30 (6), 972-985.
- Krarti, M., Lopez-Alonzo, C., Claridge, D.E., & Kreider, J.F. (1995). Analytical model to predict annual soil surface temperature variation. *Journal of Solar Energy Engineering*, 177, 91-99.
- Kreith, F., & Black, W.Z. (1983). *Basic Heat Transfer* (in Russian). Press Mir, Moscow, 512 p.
- Kutikoff, S., Lin, X., Evett, S., Gowda, P., Moorhead, J., Marek, G., Colaizzi, P., Aiken, R., & Brauer, D. (2019). Heat storage and its effect on the surface energy balance closure under advective conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265, 56-69.
- Kuznetsov, G.V., Osipov, K.Yu., Piskunov, M.V., & Volkov, R.S. (2018). Experimental research of radiative heat transfer in a water film. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 117, 1075-1082.
- Lettau, H.H. (1954). Improved models of thermal diffusion in the soil. *Transactions of the American Geophysical Union*, 35(1), 121-132.
- Liang, H., Hu, K., Qin, W., Zuo, Q., & Zhang, Y. (2017). Modelling the effect of mulching on soil heat transfer, water movement and crop growth for ground cover rice production system. *Field Crops Research*, 201, 97-107.
- Liu, B.C., Liu, W., & Peng, S.W. (2005). Study of heat and moisture transfer in soil with a dry surface layer. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 48, 4579-4589.
- Luikov, A.V. (1967). *Theory of thermal conductivity* (in Russian). *Vysshaya Shkola Press*, Moscow, 599 p.
- Luikov, A.V., & Mikhailov, YuA (1965). *Theory of energy and mass transfer*. Pergamon Press, Oxford, England, 392 p.
- Ma, J., Zha, T., Jia, X., Tian, Y., Bourque, C.P.-A., Liu, P., Bai, Y., Wu, Y., Ren, C., Yu, H., Zhang, F., Zhou, C., & Chen, W. (2018). Energy and water vapor exchange over a young plantation in northern China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 263, 334-345.
- Milly, P.C.D. (1986). An event-based simulation model of moisture and energy fluxes at a bare soil surface. *Water Resources Research*, 22 (12), 1680-1692.
- Novak, M.D., & Black, T.A. (1985). Theoretical determination of the surface energy balance and thermal regimes of bare soils. *Boundary-Layer Meteorology*, 33 (4), 313-333.
- Okoya, S.S. (2001). Similarity temperature profiles for some nonlinear reaction - diffusion equations. *Mechanics Research Communications*, 28(4), 477-484.
- Oncley, S.P., Foken, T., Vogt, R., Kohsiek, W., DeBruin, H.A.R., Bernhofer, C., Christen, A., van Gorsel, E., Grantz, D., Feigenwinter, C., Lehner, I., Liebethal, C., Liu, H., Mauder, M., Pitacco, A., Ribeiro, L., & Weidinger, T. (2007). The energy balance experiment EBEX-2000. Part I: overview and energy balance. *Boundary-Layer Meteorology*, 123, 1-28.
- Oosterkamp, A., Ytrehus, T., & Galtung, S.T. (2016). Effect of the choice of boundary conditions on modelling ambient to soil heat transfer near a buried pipeline. *Applied Thermal Engineering*, 100, 367-377.
- Passerat de Silans, A., Bruckler, L., Thony, J.L., & Vanclin, M. (1989). Numerical modeling of coupled heat and water flows during drying in a stratified bare soil - Comparison with field observations. *Journal of Hydrology*, 105 (1-2), 109-138.
- Passerat de Silans, A.M.B., Monteny, B.A., Lhomme, J.P. (1996). Apparent soil thermal diffusivity, a case study: HAPEX-Sahel experiment. *Agricultural and Forest Meteorology*, 81, 201-216.
- Qi, J., Zhang, X., & Cosh, M.H. (2019). Modeling soil temperature in a temperate region: A comparison between empirical and physically based methods in SWAT. *Ecological Engineering*, 129, 134-143.
- Russell, E.S., Liu, H., Gao, Z., Finn, D., & Lamb, B. (2015). Impacts of soil heat flux calculation methods on the surface energy balance closure. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214-215, 189-200.
- Samanta, S., & Guha, A. (2012). A similarity theory for natural convection from a horizontal plate for prescribed heat flux or wall temperature. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 55, 3857-3868.
- Swain, M., Swain, M., Lohmann, M., & Swain, E. (2012). Experimental determination of soil heat storage for the simulation of heat transport in a coastal wetland. *Journal of Hydrology*, 422-423, 53-62.
- Thiery, D., Amraoui, N., & Noyer, M.-L. (2018). Modelling flow and heat transfer through unsaturated chalk - Validation with experimental data from the ground surface to the aquifer. *Journal of Hydrology*, 556, 660-673.
- Tikhonravova, P.I. (2007). Effect of the water content on the thermal diffusivity of clay loams with different degrees of salinization in the Transvolga region. *Pocvovedeniye*, 1, 55-59.
- Trombotto, D., & Borzotta, E. (2009). Indicators of present global warming through changes in active layer thickness, estimation of thermal diffusivity and

- geomorphological observations in the Morenas Coloradas rockglacier, Central Andes of Mendoza, Argentina. *Cold Regions Science and Technology*, 55, 321–330.
- Turcotte, D.L., & Schubert, G. (1985). *Geodynamics. Applications of continuum physics to geological problems (Volume 1)*. Mir Press, Moscow, 376 p.
- van Lopik, J. H., Hartog, N., Zaadnoordijk, W.J., Cirkel, D.G., & Raof, A. (2015). Salinization in a stratified aquifer induced by heat transfer from well casings. *Advances in Water Resources*, 86, 32-45.
- Xu, G., Li, Y., Deng, H., Li, H., & Yu, X. (2015). The application of similarity theory for heat transfer investigation in rotational internal cooling channel. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 85, 98-109.
- Zhang, Y., Zhao, W., He, J., & Zhang, K. (2016). Energy exchange and evapotranspiration over irrigated seed maize agroecosystems in a desert-oasis region, northwest China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 223, 48-59.
- Zhu, W., Wu, B., Yan, N., Feng, X., & Xing, Q. (2014). A method to estimate diurnal surface soil heat flux from MODIS data for a sparse vegetation and bare soil. *Journal of Hydrology*, 511, 139-150.



Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyelerinin geç dönemde yetiştirilen hıyarın verim ve verim bileşenleri üzerine etkisi

Effect of mycorrhiza application and different irrigation level on yield and yield components of cucumber grown in late period

Sabri AKIN^{1*}, Mehmet ŞİMŞEK², Ali SARIOĞLU³, Ali Demir KESKİNER¹

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa

²Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Şırnak

³Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

To cite this article:

Akın, S., Şimşek, M., Sarioğlu, A. & Keskiner, A.D. (2020). Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyelerinin geç dönemde yetiştirilen hıyarın verim ve verim bileşenleri üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(2): 241-249.

DOI: 10.29050/harranziraat.660670

Address for Correspondence:

Sabri AKIN

e-mail:

sabriakin@harran.edu.tr

Received Date:

17.12.2019

Accepted Date:

15.05.2020

© 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

Mikoriza kök mantarı olarak adlandırılmakta ve kök korteksi içinde kolonize olarak çok sayıda lif üretmektedir. Üretilen bu lifler ile kök yüzey alanı genişlemekte ve bitkinin normalde alamayacağı uzaklıktaki su ve besin elementlerini alarak bitkiye ulaştırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, mikoriza uygulamasının farklı sulama seviyelerinde hıyar bitkisinin verim ve verim bileşenleri üzerine etkisinin belirlenmesidir. Şanlıurfa ilinde 2017 yılı geç dönemde (ağustos-ekim) yürütülen bu araştırma, tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Ana parsel mikoriza uygulaması, alt parseller ise sulama suyu seviyelerinden (K_{cp1} :0.66, K_{cp2} :1.00 ve K_{cp3} :1.33) olmuştur. Sulama suyu miktarı A sınıfı buharlaşma kabına göre hesaplanmış ve damla sulama yöntemi ile parsellere uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, hıyar bitkisine güz döneminde uygulanan sulama suyu miktarı 334-673 mm, bitki su tüketim değerleri ise 379-685 mm arasında değişmiştir. Hıyar bitkisinin verimi 20.54 t ha⁻¹ ile 33.66 t ha⁻¹ arasında gerçekleşmiştir. En yüksek verim mikoriza uygulamasının yapıldığı ve sulama suyu ihtiyacının %133'ünün karşılandığı konudan elde edilmiştir. Meyve çapı, meyve boyu ve meyve ağırlığı değerleri; sırasıyla 29-36 mm, 134-161 mm ve 103-135 g arasında ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, mikoriza ve sulama uygulamasının hıyar bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yarı kurak, Su verim ilişkisi, Damla sulama

ABSTRACT

Mycorrhiza is called root fungus and produces many fibers colonized within the root cortex. With these fibers produced, the root surface area expands and delivers to the plant by taking water and nutrients from the distance that the plant would not normally receive. This study aimed to investigate the effect of the mycorrhiza application on yield and yield components of cucumber plant at different irrigation levels. The design of the experiment was established with randomized blocks design with three replicates in Şanlıurfa province in the late season (august-october 2017). The main parcel was the mycorrhiza application and the lower parcels were irrigation water levels (K_{cp1} :0.66, K_{cp2} :1.00 ve K_{cp3} :1.33). Irrigation water amount was calculated according to class A evaporation pan and applied by drip irrigation method. According to the results obtained from the research, the amount of irrigation water given to the cucumber plant in the period of the fall season was 334-673 mm, and the seasonal evapotranspiration values ranged from 379-685 mm. The yield of cucumber was ranged between 20.54 t ha⁻¹ and 33.66 t ha⁻¹. The highest yield was obtained from the mycorrhiza application and 133% of irrigation water requirement was met. Fruit diameter, fruit size, and fruit weight values were measured between 29-36 mm, 134-161 mm, and 103-135 g respectively. As a result of the study, it was determined that the application of the mycorrhiza and irrigation had a significant effect on yield and yield parameters of cucumber.

Key Words: Semiarid, Water yield relationship, Drip irrigation

Giriş

Bitkisel üretimde kuraklık gibi iklimsel faktörlerin yarattığı abiyotik stres koşulları, verimde farklı tepkilere neden olmaktadır (Jones ve Carlott, 1992; Lizana ve ark., 2006). Abiyotik stres koşullarının oluşumunun başında sıcaklık, nispi nem, radyasyon, yağış ve rüzgâr gibi faktörler gelmektedir (Ment ve ark., 2017). Sıcaklığın ve buharlaşmanın artmasıyla ve buna bağlı olarak düşük nispi nem koşulları, yoğun su sıkıntısı yaşanmasına ve toprakta ciddi nem azalışları meydana gelmesine, sonuç olarak bitkisel üretimde verim kaybına neden olmaktadır. Sıcaklık ve su, bitkisel üretim için iki önemli faktördür. Dünyada ve ülkemizde tatlı-su kaynakları oldukça sınırlıdır. Sektörel su dağılımında kişi başı su tahsisi 1 000-2 000 m³ yıl⁻¹ olan ülkeler su sıkıntısı çeken ülkeler kategorisinde yer almaktadır. Ülkemiz için bu durum incelendiğinde; 2017 yılı kişi başı su arzının 1 400 m³ olduğu ve Türkiye'nin su sıkıntısı çeken ülkeler arasında yer aldığı bildirilmektedir (Anonim, 2017a). Ülkelerin demografik yapılarındaki artış trendine paralel olarak yakın gelecekte, suyunda bir kısıt faktörü olacağı sinyali şimdiden kendisini hissettirmektedir. Bu nedenle, tüm doğal kaynakların rasyonel kullanılmasının yukarıda açıklanan gerekçelerden dolayı zorunlu olduğu görülmektedir. Toprak-bitki-su ilişkisi bakımından bitkisel üretimde ciddi tehlike yaratan en büyük doğal afetlerden birisi kuraklıktır. Bitkisel üretimde kuraklık stresinin diğer abiyotik streslerden daha yıkıcı etkisi bulunmaktadır (Lambers ve ark., 2008). Böyle durumlarda; suyun etkin kullanılması ve bitki yetişme dönemlerinin pik olduğu günlerde, sudan optimum faydanın sağlanması amaçlanmaktadır. Çünkü, su stresi altında olan bitkinin metabolik ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak, bitkinin farklı dönemlerdeki tepkileri de farklılık göstermektedir. Örneğin, 28 yıl süren bir buğday çalışmasında kurak dönemlerde; organik madde ve N içeriklerinin önemli ölçüde arttığı, buhar basıncı açığının ve potansiyel evapotranspirasyonun (ET_o) yükseldiği, ayrıca

mevsimsel yağış miktarının azaldığı görülmüştür (Zhang ve ark., 2017). Diğer yandan dünyada birçok alanın kuraklık ve tuzluluk stresinden etkilendiği ve bu alanlarında giderek arttığı bildirilmektedir (Wang ve ark., 2003). Kuraklığın bitki gelişimini bu denli olumsuz etkilemesi hem ekolojik anlamda hem de suyun kısıtlı kullanılması gerekliliğini doğurmuştur. Bu aşamada bitkilerle simbiyotik yaşam süren arbusküler mikoriza fungusları bitkisel üretimde önemli rol oynamaktadır. Arbusküler mikoriza, özellikle fosfor gibi toprakta hareketsiz bulunan bitki besin elementlerinin alımında yardımcı olurlar (Marschner ve Dell, 1994; Al-Karaki ve Al-Raddad, 1997; Al-Karaki, 2006). Bitki köklerindeki fungaller simbiyotik kök yüzey alanlarının artmasına neden olurlar. Böylece, ağır bünyeli topraklarda bitki için daha etkili beslenmeye ve su alımına olanak sağlar. Mikorizal bileşimler bitki besleme seviyelerini ve kullanılabilir nem düzeylerini sadece artırmadığı gibi, ayrıca bitkiyi farklı abiyotik streslerden koruduğu da bildirilmektedir (Evelin ve ark., 2009; Miransari, 2010). Nitekim kökler su stres algısının habercisidir. Sulama konuları ve bitki besleme, bitki kök yoğunluğunda önemli birer faktördür. Köklerdeki havalandırma ile su ve bitki besleme fonksiyonları artar (Kramer ve Boyer, 1995). Birçok kaynak rizobakteri ve mikorizanın stres koşullarında yetiştiriciliği yapılan bitkinin gelişiminde önemli bir role sahip olduğunu bildirir (Nadeem ve ark., 2014). Özellikle hıyar bitkisi gibi suya duyarlılığın fazla olduğu bitkilerde rizobakteri ve mikoriza uygulamalarının yapılması verim ve kalitede önemli katkılar ortaya çıkarabilir. Hıyar meyve verimleri, toplam büyüme döneminde su stresi yaşanan sulama uygulamalarından ciddi oranda etkilendiği bildirilmiştir (Mao ve ark., 2003). Ülkemizde 2005-2017 yılları arasında yıllık ortalama 1 622 789 ton hıyar üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2017b). Kabakgiller familyasından olan hıyar bitkisinin meyvesi C vitamini bakımından zengin olup, önemli bir antioksidandır (Dhillon ve ark., 2012). Çiğ tüketilen hıyar bitkisinde mikoriza uygulaması ile kısıtlı su uygulamaları birlikte yürütülmesi halinde

verim ve verim bileşenlerinde önemli sonuçlara neden olacağı, çalışmanın ana fikrini oluşturmuştur. Bu hipotez ile hıyar bitkisinde mikoriza ve farklı sulama suyu seviyelerinin verim ve kalite üzerine etkileri saptanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma, 2017 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi AR-GE çalışma alanında ağustos ve ekim ayları arasında yürütülmüştür. Araştırma alanı toprakları Harran Ovası topraklarının özelliklerini karakterize etmektedir. Topraklar, profil boyunca kil ve kireç içermekte, organik

madde miktarı yüzeyden aşağılara inildikçe azalmakta, kation değişim kapasiteleri ise yüksek kil içeriği nedeniyle artmaktadır. Harran Ovası toprakları tüm profil boyunca genellikle ağır bünyeli olup, I. ve II. sınıf araziler olarak değerlendirilmektedir (Dinç ve ark., 1988). Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Çalışma sonucunda hıyar bitkisinin mevsimlik su tüketimi hesabında ve bitkinin yaşam süresi boyunca, etkili kök bölgesinin nem değişimlerinin belirlenmesinde topraklarının 0-60 cm derinliği dikkate alınmıştır.

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 1. Some properties of research area soils

D (cm)	TK (g 100g ⁻¹)	SN (g 100g ⁻¹)	ρ (g cm ⁻³)	Kum Sand (%)	Kil Clay (%)	Silt Silt (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Org. Madde Org. Matter (%)	Kireç Lime (%)
0-30	28.04	16.74	1.37	20.40	54.00	25.60	7.85	0.67	2.33	7.90
30-60	28.82	17.35	1.39	20.40	52.00	27.60	7.94	0.59	1.31	9.50

TK: tarla Kapasitesi, SN: solma noktası, D: derinlik, ρ : hacim ağırlığı

TK: field capacity, SN: permanent wilting point, D: depth, ρ : bulk density

Araştırma, bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Hıyar tohumu için Erciyes F₁ çeşidi kullanılmıştır. Kullanılan çeşit, erkenci olup açık tarla koşullarında bahar ve güz dönemlerinde yetiştiriciliği yapılabildiği bildirilmektedir (Anonim, 2019). Araştırmanın tarla koşullarında ve mevsimin güz döneminde olması nedeniyle, Erciyes F₁ çeşidi kullanılması tercih nedeni olmuştur. Hıyar tohumları dar sıra arası 50 cm, geniş sıra arası 250 cm ve sıra üzeri 35 cm olacak şekilde 04.08.2017 tarihinde ekilmiştir. Toprak kültürel işlemleri 01 Ağustos 2017 tarihinde başlanmıştır. Ekim öncesi 30 kg da⁻¹ 20-20-0 NPK, bir ay sonra (04.09.2017) 10 kg da⁻¹ P₂O₅, bir hafta sonra (12.09.2017) 12 kg da⁻¹ K₂O₅ ve dört gün sonra 3 kg da⁻¹ CaO gübreleri, gübre tankından uygulanmıştır. Emici böceklerle iki kez farklı tarihte 3 hafta arayla [beyaz sinek (*Bemisia tabaci*) ve kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae*) için] mücadele yapılmıştır. Araştırma alanının

sulama suyu ihtiyacı üniversite AR-GE alanından geçen sulama kanalından pompa ile 500 tonluk sulama deposuna alındıktan sonra deneme alanına Ø75’lik PE ana boru ile taşınmıştır. Bitkilerin sulanmasında damla sulama sistemi kullanılmıştır. Bu sistemde; Ø32 manifold, Ø16 lateral borular, damlatıcı aralığı 40 cm ve 150 kPa işletme basıncında damlatıcı debisi 4 l h⁻¹ kullanılmıştır. Çalışma alanında kullanılan suların Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR:S) ve Elektriksel İletkenlik [(EC:C (µmhos cm⁻¹))] değerleri suların hangi sınıfta olduğunu göstermektedir. Elde edilen bulgular sulama sularının C₂S₁ orta tuzlu-az sodyumlu sular olduğunu bildirmektedir. Araştırma alanının bulunduğu Şanlıurfa ilinde yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve az yağışlı geçmektedir. Uzun yıllar iklim verilerine göre yıllık yağış miktarı 456 mm, sıcaklıklar ise -12.4 °C ile 45.8 °C arasında değişmektedir. Coğrafi koordinatlar ve yaşanan iklim değerleri, araştırma alanının yarı-kurak iklim kuşağı etkisi altında

olduğunu işaret etmektedir. Çizelge 2'den izleneceği gibi; sıcaklık, nispi nem, buharlaşma ve yağış değerlerine ait dağılımlar aylara göre büyük farklılıklar göstermiştir. En sıcak ayın temmuz, en düşük sıcaklıkların ocakta gerçekleştiği saptanmıştır. Bu nedenle erkenci ve geçici yazlık bir sebze olan hıyar bitkisinde, optimum koşullar

yaratmak için, geç yaz döneminde ekilen bitkide sulama programlarının uygulanması zorunluluk göstermiştir. Nitekim nispi nemin düşük olduğu, sıcaklığın çok yüksek gerçekleştiği temmuz ve ağustos aylarında su tüketimlerinin doğrusal olarak arttığı gözlemlenmiştir (Anonim, 2018).

Çizelge 2. Şanlıurfa ilinin iklim verileri
Table 2. Climate data of Şanlıurfa province

Parametreler Parameters	Ağustos August		Eylül September		Ekim October	
	Uz. Yıl Long Year	2017	Uz. Yıl Long Year	2017	Uz. Yıl Long Year	2017
Ortalama sıcaklık (°C) Average temperature (°C)	31.5	32.2	27.1	29.6	20.5	20.5
Ortalama nisbi nem (%) Average relative humidity (%)	32.1	35.7	35.1	28.8	44.4	36.9
Toplam yağış (kg m ⁻²) Total rainfall (kg m ⁻²)	3.3	0.0	4.7	0.0	26.1	17.1
Ortalama buhar basıncı (mb) Average steam pressure (mb)	12.8	15.8	11.0	11.0	9.4	8.1
Güneş süresi (saat) Sun time (hour)	11.4	10.9	10.0	9.6	7.9	8.6
Ortalama rüzgâr hızı (m s ⁻¹) Average wind speed (m s ⁻¹)	2.5	1.6	2.2	1.4	1.6	1.3

Çalışmada, ana parsel mikorizasız (M₀) ve mikorizalı (M), alt parseller 3 farklı sulama suyu düzeyinden (I₁, I₂ ve I₃) oluşmuştur. Ana parsel olan mikoriza uygulaması 250 g da⁻¹ olacak şekilde klorsuz su kullanılarak 14.08.2017 tarihinde bitki köklerine damla sulama sistemi ile uygulanmıştır. Mikoriza olarak *Arbuscular mikoriza fungus [Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF)]* kullanılmış olup mikoriza içeriğinde *Glomus intraradices*, *Glomus aggregatum*, *Glomus mosseae*, *Glomus clarum*, *Glomus monosporus*, *Glomus deserticola*, *Glomus brasilianum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* bulunmaktadır. Araştırma boyunca mevsimlik bitki su tüketim hesaplamalarında kullanılmak üzere hıyar bitkisinde konulu sulama başlamadan önce ve son hasadın yapıldığı dönemde; 0-30 ve 30-60 cm toprak derinliğinden bozulmuş numuneler alınmıştır. Alınan toprak örnekleri, 105 °C'ye ayarlanan etüvde 24 saat bekletildikten sonra toprakların nem tayinleri saptanmıştır. Böylece bozulmuş toprak numunelerinin nem içerikleri gravimetrik yöntemle tayin edilmiş ve toprakların vertikal seviyelerinin nem düzeylerindeki azalış ve

artışlar saptanmıştır. Sulama düzeyleri; class A pan buharlaşma leğeninde oluşan, açık su yüzeyi buharlaşmasının dört günlük su derinliklerinin; I₁: %66 (K_{cp}: 0.66)'sının, I₂: %100 (K_{cp}: 1.00)'ünün ve I₃: %133 (K_{cp}: 1.33)'ünün uygulandığı 3 farklı su seviyesi kullanılmış ve hacimsel su (m³) miktarları su sayacında denetlenerek konulara uygulanmıştır. Çalışmada uygulanacak sulama suyu miktarı aşağıda verilen Eşitlik 1'e göre belirlenmiştir (Doorenbos ve Pruitt, 1977). Eşiklikte verilen bitki örtü yüzdesi tüm parseller için 1.00 şeklinde kullanılmıştır. Örtü yüzdesi dar sıra geniş sıra yaklaşımına bağlı kalınarak bir metre kabul edilmiştir.

$$I = A * \Sigma E_p * K_{cp} * P \quad (1)$$

I: Parsele uygulanan sulama suyu miktarı (litre), A: parsel alanı (m²), E_p: sulama aralığındaki toplam class A pandaki buharlaşma miktarı (mm), K_{cp}: bitki pan katsayısı, P: örtü yüzdesi (%).

Araştırmadaki konulara ilişkin bitki su tüketim değerleri aşağıda verilen Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır (James ve ark., 1982).

$$ET = I + P_r + C_r - D_p + R_f \pm \Delta S \quad (2)$$

ET: Gerçek bitki su tüketimi (mm), I: uygulanan sulama suyu miktarı (mm), P_r : etkili yağış (mm), C_r : kapılar yükselme (mm), D_p : derine sızma (mm), R_f : yüzey akış kayıpları (mm), ΔS : toprak profilindeki (kök bölgesinde) nem değişim miktarı (\pm mm). Çalışmada damla sulama yöntemi kullanıldığından D_p ve R_f gerçekleşmediği kabul edilmiştir.

Çalışmada su kullanım randımanı Eşitlik 3'e, sulama suyu kullanım etkinliği ise Eşitlik 4'e göre hesaplanmıştır (Howell ve ark., 1990).

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (3)$$

WUE: Su kullanım randımanı (kg m^{-3}), Y: Verim (t ha^{-1}), ET: Mevsimlik bitki su tüketimi (mm)

$$IWUE = \frac{Y}{IW} \quad (4)$$

IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı, Y: Verim (t ha^{-1}), IW: Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)

Çizelge 3. Hıyar bitkisinde sulama suyu (mm), bitki su tüketimi (mm), verim (t ha^{-1}), su kullanım randımanı (kg m^{-3}) ve sulama suyu kullanım randımanı (kg m^{-3})

Table 3. Irrigation water (mm), plant water consumption (mm), yield (t ha^{-1}), water use efficiency (kg m^{-3}), and irrigation water use efficiency (kg m^{-3}) in cucumber plant

Konu <i>Treatment</i>	IW (mm)	ET (mm)	Y (t ha^{-1})	IWUE (kg m^{-3})	WUE (kg m^{-3})
M ₀ -I ₁	334	378.59	20.54	6.15	5.42
M ₀ -I ₂	506	530.51	26.94	5.32	5.08
M ₀ -I ₃	673	685.04	32.12	4.77	4.69
M-I ₁	334	379.74	25.52	7.64	6.72
M-I ₂	506	539.40	30.96	6.12	5.74
M-I ₃	673	688.45	33.66	5.00	4.89

IW: Sulama suyu, ET: Bitki su tüketimi, Y: Verim, IWUE: Sulama suyu kullanım randımanı, WUE: Su kullanım randımanı

IW: Irrigation water, ET: Plant water consumption, Y: Yield, IWUE: Irrigation water use efficiency, WUE: Water use efficiency

Araştırma süresi boyunca hıyar bitkisine uygulanan 3 farklı sulama suyu seviyesi (I₁, I₂ ve I₃) konularına uygulanan sulama suyu miktarı 334-673 mm arasında değişmiştir. Çalışma alanının yarı-kurak bölgede olmasına karşın, araştırmanın yapıldığı mevsim güz dönemine denk geldiğinden dolayı uygulanan sulama suyu miktarları, yaz mevsiminde yetiştiriciliği yapılan hıyar bitkisine göre daha düşük gerçekleşmiştir. Araştırmada, uygulanan en düşük sulama suyu miktarı su ihtiyacının %66'sının karşılandığı I₁ konusunda 334

Araştırma süresi boyunca incelenen parametreler sırasıyla; meyve uzunluğu meyvenin iki ucu arasındaki mesafe ve meyve çapı kumpas yardımı ile ölçülmüş, meyve ağırlığı hassas terazi ile ayrı ayrı tartılarak belirlenmiştir. Toplam verim; tüm parsellerden alınan meyvelerin ağırlığı, hasat sonrasında tartılmış ve 11 hasadın verim tayinleri yapılmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin varyans analizleri SPSS paket programı ile gerçekleştirilmiş, ortalamalar arası farklılıkları saptamak amacıyla TUKEY testinden yararlanılmış ve konuların standart sapmaya ait değerleri aynı çizelgede gösterilmiştir.

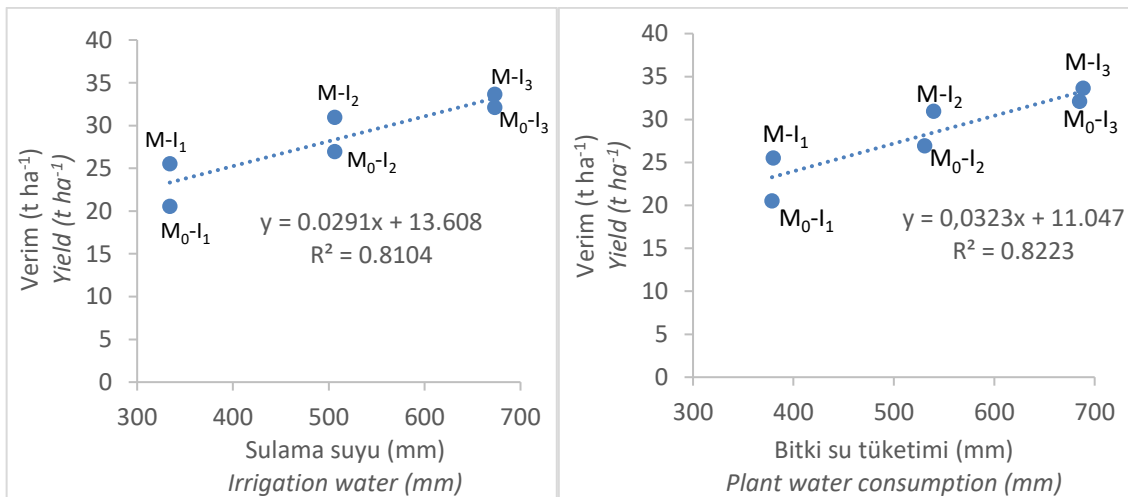
Bulgular ve Tartışma

Çalışma süresince konulara göre uygulanan sulama suyu miktarı (IW), mevsimlik su tüketimi miktarı (ET), su kullanım randımanı (WUE) ve sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) Çizelge 3'te gösterilmiştir.

mm gerçekleşirken en yüksek sulama suyu miktarı ise su ihtiyacının %133'nün karşılandığı I₃ konusunda 673 mm hesaplanmış ve uygulanmıştır. Aynı lokasyonda yaz mevsiminde yürütülmüş çalışmada hıyar bitkisinin su ihtiyacının tamamının karşılandığı (%100) konuda 813 mm olarak belirlenmiştir (Şimşek ve ark., 2005). İki çalışma arasında uygulanan sulama suyu miktarlarının ekim zamanının farklılığından ve buna bağlı olarak mevsim şartlarından ileri geldiği söylenebilir. Güz döneminde yetiştirilen hıyar

bitkisinin 3 farklı sulama suyu seviyesindeki bitki su tüketimleri 378.59-688.45 mm arasında değişmiş, bitki su tüketim değerlerinin uygulanan sulama suyu miktarları ile paralellik gösterdiği, en yüksek bitki su tüketimi mikorizanın uygulandığı I₃ konusunda 688.45 mm gerçekleşirken en düşük bitki su tüketimi ise mikorizanın uygulanmadığı I₁ konusunda 378.59 mm şeklinde saptanmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü ekim ayının son günlerinde gerçekleşen 17 mm'lik yağış, son hasattan sonra gerçekleştiği için bitki su tüketimi hesaplanmalarında dikkate alınmamıştır. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) 5.00-7.64 kg m⁻³, su kullanım randımanı 4.69-6.72 kg m⁻³ arasında değişmiştir. En yüksek IWUE ve WUE değerleri M-I₁ konusundan elde edilirken, en düşük değerler ise M₀-I₃ konusunda elde edilmiş ve bu sonuçlara göre mikoriza ve kısıtlı sulama suyu uygulanan konuda IWUE ve WUE değerlerinde önemli değişikliklerin elde edildiği saptanmıştır. Su kısıtı uygulanmayan ve tarla koşullarında yürütülen denemede, hıyar bitkisinin mevsimlik IW, ET, IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 965 mm, 960 mm, 3.38 kg m⁻³ ve 3.40 kg m⁻³ olduğu bildirilmiştir (Kırnak ve Demirtaş, 2006). Tuz stresi altında hıyar yetiştirilen başka bir çalışmada ise WUE değerinin 4.06-6.65 kg ha⁻¹ arasında elde edildiği tespit edilmiştir (Abd El-Mageed ve ark., 2018). Mikoriza (M₀ ve M₁) ve su düzeylerinden (I₁, I₂ ve I₃) oluşan muamelenin verim üzerindeki etkisi tüm konularda anlamlı (P<0.05) olduğu ve beş farklı grup oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Ancak, gerek mikorizasız gerekse mikorizalı sulama

uygulamalarında, sulama suyunun miktarı arttıkça, verimlerinde arttığı görülmüştür. Suyun çok önemli ve çarpan faktörünün çok güçlü olduğu anlaşılmıştır. Mikoriza muamelesi ve en yüksek suyun en fazla kullanıldığı (M-I₃) konuda 33.66 t ha⁻¹ verim elde edilmiş ve ilk grubu oluşturmuştur. En düşük verim açık ara mikorizanın ve en düşük suyun uygulandığı konuda (M₀-I₁) 20.54 t ha⁻¹ alınmış ve son grubu oluşturduğu belirlenmiştir. Diğer konulardaki verim değerleri bu iki konuya ait değerlerin arasında kalmıştır. Sera koşullarında kısıtlı sulama programı ile yetiştirilen hıyar bitkisinden 0.138-133.995 t ha⁻¹ arasında verim alınmıştır (Mao ve ark., 2003). Mikoriza uygulanan çalışma ile alınan verim sonuçları bildirilen sonuçların sınırları arasında belirlenmiştir. Hıyar bitkisine ait parametreler; mikoriza uygulamasının yapılmadığı (M₀) ancak suyun farklı düzeylerinin uygulandığı (I₁; I₂; ve I₃) konular ile mikoriza ve su düzeyleri arasında interaksiyonun (P<0.05) anlamlı olduğu, buna karşın mikoriza uygulanmamış konunun ise anlam düzeyinin daha zayıf (P<0.01) bulunduğu görülmüştür. Mikorizasız (M₀) ve mikorizalı (M) olan her iki konuya aynı miktarda sulama suyu uygulanmasına karşın, mikoriza uygulamasının gerek köklerde ve gerekse bitki vejetasyon kütlesinde pozitif etki yaratmış olabileceği düşünüldüğünde ve fenolojik olarak gözlemlenmiş hıyar veriminde, ciddi artışlar sağladığı elde edilen hasat değerlerinden saptanmıştır. Çalışmada, mevsimlik bitki su tüketimi ve sulama suyunun verim ile arasında pozitif doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Bitki su tüketimi ve sulama suyunun verim arasındaki ilişki

Figure 1. Relationship between plant water consumption and irrigation water yield

Söz konusu regresyon eşitliğinde R² değeri sulama suyundan 0.81, mevsimlik bitki su tüketimde 0.82 çıkmıştır. Bu sonuca göre, verim ile mevsimlik bitki su tüketimi ve sulama suyu miktarı arasında kuvvetli bir ilişki olduğu

söylenbilir. Sera koşullarında yapılan çalışmada hıyar bitkisinin mevsimlik bitki su tüketimi ile verim arasındaki ilişki 0.95 bulunmuştur (Al-Omran ve Louki, 2011).

Çizelge 4. Hıyar bitkisinde verim, meyve çapı, meyve boyu ve meyve ağırlığına ait varyans analiz sonuçları
Table 4. Variance analysis results of yield, fruit diameter, fruit length and fruit weight in cucumber plant

Konular Treatments	SD	Verim (t ha ⁻¹) Yield (t ha ⁻¹)		Meyve çapı (mm) Fruit diameter (mm)		Meyve boyu (mm) Fruit length (mm)		Meyve ağırlığı (g) Fruit weight (g)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Tekerrür Replicate	2	0.25	0.10 ^{ns}	0.828	0.972 ^{ns}	1.74	0.57 ^{ns}	0.87	0.31 ^{ns}
A	1	55.65	22.61*	24.523	28.805*	84.54	27.70*	342.70	122.87*
Hata1 Error1	2	2.46		0.851		3.04		2.79	
B	2	147.85	479.70**	39.119	399.931**	838.70	465.70**	687.23	224.39**
A*B	2	4.72	15.32**	0.901	9.211**	10.60	5.88*	114.27	37.31**
Hata2 Error2	8	0.31		0.098		1.80		3.06	
Genel General	17	211.24		66.32		940.42		1150.92	

SD: Serbestlik derecesi, ns: Önemsiz, *: %5 seviyesinde önemli, **: %1 seviyesinde önemli,
SD: Degree of freedom, ns: not significant, *: Significant at 5%, **: Significant at 1%

Meyve çapı, meyve boyu ve meyve ağırlıkları konularının tümünde tekerrürlerin etkisinin önemsiz (P>0.01), ancak mikoriza ve sulama uygulamalarının sırasıyla tüm konularda en az (P<0.05) ve (P<0.01) seviyesinde önemli olduğu hesaplanmıştır. Benzer tepkiler mikoriza ve sulama seviyeleri interaksiyonun; verim ve meyve

çapı verilerinde istatistiksel olarak farklılık göstermiş (P<0.01), meyve boyu ve meyve ağırlığındaki farklılık (P<0.05) saptanmıştır (Çizelge 4). Kalite parametrelerinin tümünde de aynı etkinin olduğu ve özellikle sulama suyunun etkisinin önemli (P<0.01) olduğu ifade edilebilir.

Çizelge 5. Hıyar bitkisinde verim, meyve çapı, meyve boyu ve meyve ağırlığının TUKEY gruplandırma sonuçları
Table 5. Tukey grouping results of yield, fruit diameter, fruit length and fruit weight in cucumber

Konu Treatment	Verim Yield (t ha ⁻¹)	Meyve çapı (mm) Fruit diameter (mm)	Meyve boyu (mm) Fruit length (mm)	Meyve ağırlığı (g) Fruit weight (g)
M ₀ -I ₁	20.54d±1.10	29d±0.95	134d ±2.96	103d±2.85
M ₀ -I ₂	26.94c±0.65	33c±0.47	149c±0.50	125c±1.87
M ₀ -I ₃	32.12ab±0.97	35b±0.66	159ab±0.50	132ab±0.91
M-I ₁	25.52c±0.74	32c±0.61	139d±1.22	122c±1.53
M-I ₂	30.96b±0.68	35b±0.24	156b±0.78	130b ±0.83
M-I ₃	33.66a±0.61	37a±0.31	161a±0.80	135a±0.68

Güz döneminde yetiştiriciliği yapılan hıyar bitkisinin ortalama meyve çapı 29-37 mm arasında değişmiş, en yüksek meyve çapı M-I₃ konusundan 37 mm alınırken en düşük M₀-I₁ konusunda 29 mm ölçülmüştür. Meyve çapı üzerindeki etki incelendiğinde, aynı sulama suyu miktarının (I₁: %66) uygulandığı, mikoriza uygulamasının yapıldığı konu (M) ile uygulamanın

yapılmadığı konu (M₀) arasında yaklaşık 3 mm fark olduğu, bu farklılığın mikoriza'nın etkisinden kaynaklanabileceği düşünülebilir ve hıyar meyve sınıflandırması üzerinde anlamlı etki yaptığı söylenebilir. Ancak, mikoriza uygulaması yapılan bitkilerde, fazla suyun meyve çapında aşırı büyümeye ve meyvede kalitenin düşmesine neden olmuştur (Çizelge 5). En düşük meyve boyu

M₀-I₁ konusunda 134 mm elde edilirken en yüksek meyve boyu ise M-I₃ konuda 161 mm şeklinde elde edilmiştir. Farklı sulama suyu seviyelerinin uygulandığı araştırmada meyve boyunun 150-159.5 mm arasında saptanmıştır (Şahin ve ark., 2015). Mikoriza uygulaması ile birlikte verilen fazla suyun meyve boyunda fark oluşturduğu saptanmıştır. Araştırmada ölçümü yapılan meyve ağırlığı en düşük M₀-I₁ konusunda 103 g, en yüksek ise M-I₃'de 135 g elde edilmiştir. Sera koşullarında yapılan bir çalışmada ise meyve ağırlığı 103.7-145.6 g arasında elde edilmiştir (Mamun Hossain ve ark., 2018). Araştırma süresince değerlendirmeye alınan meyve çapı, meyve boyu ve meyve ağırlığı parametrelerinde sulama suyu miktarının artışına bağlı olarak optimum seviyelere ulaştığı anlaşılmıştır. Ancak, sulama suyu miktarının artışının yanında mikoriza uygulamasının yapılması ile daha fazla güçlü ve iddialı sonuçlar alındığı saptanmıştır. Mikoriza uygulamasının bitkideki kök uzamasına sebep olduğundan dolayı kalite parametrelerinin, mikoriza uygulamasının yapılmadığı (M₀) konuya göre daha iyi sonuçlar verdiği, meyve çapı, meyve boyu ve meyve ağırlığında en iyi etkinin kısıtlı sulama suyu miktarı ile mikoriza uygulamasının yapıldığı konudan mikoriza uygulaması yapılmayan konuya göre ortalama %10-20 arasında artışın olduğu, en bariz etkinin ise ihtiyacının %66'sının karşılandığı sulama suyu miktarı ile birlikte mikoriza'nın uygulandığı konuda gerçekleştiği ve ikinci grubu oluşturduğu saptanmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Güz döneminde mikoriza uygulaması yapılarak farklı sulama suyu seviyesi altında yetiştirilen hıyar bitkisinde sulama suyu miktarları, çalışmanın yarı-kurak iklim bölgesinde olmasına ve güz döneminde (ağustos-ekim) olmasına rağmen 334-673 mm arasında değişmiştir. Sulamaların damla sulama yöntemi ile yapılmasından dolayı yüzey akış ve derine sızma kayıpları gerçekleşmemiştir. Bu nedenle, uygulanan sulama suyu miktarı ile mevsimlik bitki su tüketimi arasında önemli

farklılık saptanmamış, hıyar bitkisi için mevsimlik su tüketimi 378.59-688.45 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Hesaplanan IWUE ve WUE değerleri 4.77-7.64 kg m⁻³ ve 4.69-6.72 kg m⁻³ arasında olduğu hesaplanmıştır. Mikoriza ve su düzeylerinden oluşan muamelenin tüm konulardaki verim değerleri 20.54-33.66 t ha⁻¹ arasında değişmiş ve bu uygulamaların diğer verim bileşenleri üzerinde de ciddi anlamda istatistiksel olarak farklı tepki vermiştir. Araştırma sonucunda birim alandan daha fazla verim alınması hususunda hıyar yetiştiriciliği yapılan alanlarda bitki köklerine mikoriza uygulaması, bitki köklerinin daha iyi gelişmesi ve etkin kök bölgesinde bulunan sudan daha fazla yararlanarak verimde önemli kazançlar elde edildiği söylenebilir. Suyun kısıtlı olduğu durumlarda da mikoriza uygulamasının yapılması verimde ciddi artışlara neden olmuştur. Çünkü, optimum su ihtiyacının $\frac{2}{3}$ 'ünün karşılandığı durumlarda mikoriza uygulaması ile verimde %25 daha fazla ürün alınabileceği görülebilir. Sonuç olarak, hıyar bitkisi yetiştiriciliğinde birim alandan daha fazla ürün alma konusunda kök geliştirme özelliği nedeniyle bitki köklerine mikoriza uygulamasının yapılması ve optimum su ihtiyacının karşılanması önerilebilir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Abd El-Mageed, T. A., Semida, W. M., Taha, R. S. ve Rady, M. M. (2018). Effect of summer-fall deficit irrigation on morpho-physiological, anatomical responses, fruit yield and water use efficiency of cucumber under salt affected soil. *Scientia Horticulturae*, 237, 148–155.
- Al-Karaki, G. N. (2006). Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Scientia Horticulturae*, 109(1), 1-7.
- Al-Karaki, G. N. ve Al-Raddad, A. (1997). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Mycorrhiza*, 7(2), 83-88.
- Al-Omran A. M. ve Louki, I. I. (2011). Yield response of cucumber to deficit irrigation in greenhouses. *WIT*

- Transactions on Ecology and the Environment*, Vol 145. ISSN 1743-3541. doi: 10.2495/WRM110451
- Anonim, (2017a). Sulama Çalışma Grubu Çalışma Belgesi. 2.Ormançılık ve Su Şurası, 5-7 Mayıs 2017, Afyon.
- Anonim, (2017b). http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 12.11.2017)
- Anonim, (2018). Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Şanlıurfa.
- Anonim, (2019). <http://haseltarim.com/eastern-seeds/hiyar/> (Erişim tarihi: 22.10.2019)
- Dhillon, N. P. S., Monforte, A. J., Pitrat, M., Pandey, S., Singh, P. K., Reitsma, K. R., ... McCreight, J. M. (2012). Melon Landraces of India: Contributions and Importance. *Plant Breeding Reviews*, 35, 85-150.
- Dinç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., Derici, R., ... Kara, E. E. (1988). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları. (GAT): I. Harran Ovası. TÜBİTAK Tarım ve Ormançılık Araştırma Grubu Gündümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu. Proje No: TOAG-534, Adana.
- Doorenbos, J. ve Pruitt, W.O. (1977) Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome, (p 144).
- Evelin, H., Kapoor, R. ve Giri, B. (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a Review. *Ann Bot.*, 104, 1263–80.
- Howell, T. A., Cuenca, R. H., Solomon, K. H. (1990). Crop yield response. Management of farm irrigation systems. (ed Hoffman et al.). ASAE, 312 s.
- James, D. W., Hanks, R. J. ve Jurinak, J. J. (1982). Modern irrigated soils. Published by John Wiley and Sons Inc. New York USA.
- Jones, H. G. ve Corlett, J. E. (1992). Current topics in drought physiology. *Journal of Agricultural Science*, 119, 291-296.
- Kırnak, H. ve Demirtaş, M. N. (2006). Effects of different irrigation regimes and mulches on yield and macro nutrition levels of drip irrigated cucumber under upon filed conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 29(9), 1675-1690.
- Kramer, P. J. ve Boyer, J. S. (1995). Water relations of plants and soils. Academic Press, San Diego.
- Lambers, H., Chapin, F. S. ve Pons, T. L. (2008). Plant Physiological Ecology. 2nd ed. New York: Springer. doi: 10.1007/978-0-387-78341-3
- Lizana, C., Wentworth, M., Martinez, J. P., Villegas, D., Meneses, R., Murchie, E. H., ... Pinto, M. (2006). Differential adaptation of two varieties of common bean to abiotic stress I. Effects of drought on yield and photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*, 57(3), 685–697.
- Mamun Hossain, S. A., Wang, L. X. ve Liu, H. S. (2018). Improved greenhouse cucumber production under deficit water and fertilization in Northern China. *Int J Agric&Biol Eng.*, 11(4), 58–64.
- Mao, X., Liu, M., Wang, X., Liu, C., Hou, Z. ve Shi, J. (2003). Effects of deficit irrigation on yield and water use of greenhouse grown cucumber in the North China Plain. *Agric. Water Manage.*, 61, 219–228.
- Marschner, H. ve Dell, B. (1994). Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant Soil*, 159(1), 89-102.
- Ment, D., Shikano, I. ve Glazer, I. (2017). Abiotic Factors. In: Hajek AE, Shapiro-Ilan DI (eds) *Ecol. Invertebr. Dis.* Wiley, Ltd, Hoboken, pp: 143–186.
- Miransari, M. (2010). Contribution of arbuscular mycorrhizal symbiosis to plant growth under different types of soil stress. *Plant Biol.*, 12, 563–9.
- Nadeem, S. M., Ahmad, M., Zahir, A. Z., Javaid, A. ve Ashraf, M. (2014). The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Bio technol. Adv.*, 32, 429–448.
- Şahin, U., Kuslu, Y. ve Kiziloglu, F. M. (2015). Response of cucumbers to different irrigation regimes applied through drip-irrigation system. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(1), 198-205.
- Şimşek, M., Tonkaz, T., Kaçira, M., Çömlekçiöğlü, N. ve Doğan, Z. (2005). The effects of different irrigation regimes on cucumber (*Cucumis sativus* L.) yield and yield characteristics under open field conditions. *Agric. Water Manage.*, 73(3), 173-191.
- Wang, W., Vinocur, B. ve Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1–14.
- Zhang, X., Qina, W., Chena, S., Shaoa, L. ve Suna, H. (2017). Responses of yield and WUE of winter wheat to water stress during the past three decades-A case study in the North China Plain. *Agric. Water Manage.*, 179, 47–54.

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 DERGISİ 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 özeti 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 gz 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 karşılamalı, 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 tarih sırasına 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 şahıslarca 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