



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. Bekir Erol AK

Dekan (Dean)

Baş Editör (Editor in Chief)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Yayın Sekreteri (Publication Secretary)

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MAMAY

Editörler Kurulu (Editorial Board)

Doç. Dr. Abdulhabip ÖZEL

Doç. Dr. Ali İKİNCİ

Doç. Dr. Erdal SAKİN

Doç. Dr. Ali YILDIRIM

Dr. Öğr. Üyesi Ferhat KÜP

Dr. Öğr. Üyesi Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan İsmail TUYYLU

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MAMAY

Dr. Öğr. Üyesi Remziye ÖZEL

Yabancı Dil Editörleri (Foreign Language Editors)

Doç. Dr. Tamer IŞGIN

Doç. Dr. Mehmet ŞENBAYRAM

Mizanpaj Editörü (Typesetting Editor)

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ

Cilt (Volume): 23

Sayı (Issue): 3

Yıl (Year): 2019

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

Prof. Dr. Levent SON

Mersin Üniversitesi, İşletme Bilgi Yönetimi Bölümü

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Mustafa BAYRAM

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Saliha KIRICI

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Önder KAMILOĞLU

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri 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: 19.09.2019

Baskı: Nova Matbaası, Şanlıurfa

Yılda dört kez yayınlanır

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

Yıl/year: 2019

Cilt/volume: 23

Sayı/number: 3

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof. Dr. Adem Emin ANLARSAL
Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Ahmet Ferit ATASOY
Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. ELMAN BAHAR
Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

Prof.Dr. Hasan VARDİN
Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Mustafa BAYRAM
Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Nutullah ÖZDEMİR
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof. Dr. Serkan SELLİ
Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Şebnem HARSA
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Veli UYGUR
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi,
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç.Dr.Asiye AKYILDIZ
Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç.Dr. GÜLCAN DEMİROĞLU TOPÇU
Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Hatice BİLİR EKİÇ
Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Sibel YAĞCI
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Levent İNANÇ
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Salih SÖNMEZDAĞ

Gaziantep Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları
Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ali Murat TATAR

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞÇU

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Celale KIRKIN

Özyeğin Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları
Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Kemal ŞEN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Levent Yurdaer AYDEMİR

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Pınar Oğuzhan YILDIZ

Ardahan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Yeliz KAŞKO ARICI

Ordu Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep TACER- CABA

İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

Evaluation of some forage pea (<i>Pisum arvense</i> L.) lines and cultivars in terms of herbage yield and quality <i>Bazı yem bezelyesi hat ve çeşitlerinin (<i>Pisum arvense</i> L.) ot verimi ve kalitesi açısından değerlendirilmesi</i> Erdal CACAN, Kagan KOKTEN, Adil BAKOGLU, Mahmut KAPLAN, Ayhan BOZKURT	254-262
Brokoli ve pırasada kükürt içeriği ve kükürlü aminoasit miktarları arasındaki ilişkiler <i>The correlation between the sulfur content and the amounts of sulfur-containing amino acids of leek and broccoli</i> Nilgün MORDOĞAN, Seda ERDOĞAN BAYRAM, Hakan ÇAKICI, İbrahim DUMAN	263-276
Evaluating of beef cattle performance and profitability using robust regression analysis <i>Besi sığırı performansının ve karlılığının dayanıklı regresyon analizi ile değerlendirilmesi</i> Hayati KOKNAROGLU, Sukru ACİTAS, Birdal SENOGLU	277-286
1103 Paulsen anacı üzerine aşıl原因 bazı sofralık üzüm çeşitlerinin açık köklü fidan randımanlarının belirlenmesi <i>Determination of open rooted seedlings yield of some table grape varieties grafted onto 1103 Paulsen rootstock</i> Tuba UZUN	287-294
İğdır ili yonca alanlarında <i>Hypera postica</i> Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae)'nın larva parazitoiti <i>Bathyplectes curculionis</i> (Thompson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) ve parazitlenme oranları <i>Larval parasitoid <i>Bathyplectes curculionis</i> (Thompson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) of alfalfa weevil, <i>Hypera postica</i> Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) and its parasitism rate in alfalfa fields of İğdır province, Turkey</i> Celalettin GÖZÜAÇIK	295-300
The effects of different gluten-free flours on the physical, chemical, functional and sensorial properties of tarhana <i>Tarhana üretiminde farklı glutensiz unların kullanılmasının tarhananın fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi</i> Kübra TULUK, Nilgün ERTAŞ	301-312

<p>Effect of pectin-wax coating on the quality of fresh-cut apples <i>Pektin-vaks kaplamanın taze kesilmiş elma kalitesi üzerine etkisi</i> Dima Al HABBAL, Hatice Neval ÖZBEK, Derya KOÇAK YANIK, Fahrettin GÖĞÜŞ</p>	313-323
<p>A preliminary study of probiotic apple snack production with assisting food technologies <i>Yardımcı gıda teknolojileri ile elmadan probiyotik atıştırma üretiminin ön çalışması</i> Derya DURSUN SAYDAM, Rojda DAKAK, Ali Coşkun DALGIÇ</p>	324-334
<p>Using chromatographic methods in detection of olive oil adulteration <i>Zeytinyağı tağşişinin belirlenmesinde kromatografik yöntemlerin kullanılması</i> Songul KESEN</p>	335-344
<p>Antioxidative activities of hazelnut protein hydrolyzates as predicted by <i>in silico</i> analysis techniques <i>Fındık protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitelerinin in silico analiz teknikleri ile öngörülmesi</i> İbrahim GÜLSEREN</p>	345-353
<u>Derleme Makaleleri / Review Articles</u>	
<p>Yenilikçi teknolojilerden prensip ve yasal yönleriyle vurgulu elektrik alan teknolojisi <i>Principles and legal issues of pulsed electric field technology as a novel technique</i> Elif Ayşe ANLI</p>	354-363
<p>Southeastern Anatolia region insect fauna II (Order Hemiptera I: Suborder Heteroptera I: Gerroidea, Hebroidea, Corixoidea, Notonectoidea, Leptopodoidea, Cimicoidea, Naboidea, Mirioidea) of Turkey <i>Güneydoğu Anadolu Bölgesi böcek faunası II (Order Hemiptera I: Suborder Heteroptera I: Gerroidea, Hebroidea, Corixoidea, Notonectoidea, Leptopodoidea, Cimicoidea, Naboidea, Mirioidea)</i> Halil BOLU</p>	364-379



Evaluation of some forage pea (*Pisum arvense* L.) lines and cultivars in terms of herbage yield and quality

Bazı yem bezelyesi hat ve çeşitlerinin (*Pisum arvense* L.) ot verimi ve kalitesi açısından değerlendirilmesi

Erdal CACAN^{1*}, Kagan KOKTEN², Adil BAKOGLU³, Mahmut KAPLAN⁴, Ayhan BOZKURT⁵

¹Bingöl University, Vocational School of Genc, Department of Crop and Animal Production, Bingöl

²Bingöl University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Bingöl

³Recep Tayyip Erdogan University, Vocational School of Pazar, Department of Crop and Animal Production, Rize

⁴Erciyes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Kayseri

⁵Bingöl University, Institute of Science, Bingöl

To cite this article:

Cacan, E., Kokten, K., Bakoglu, A., Kaplan, M. & Bozkurt, A. (2019). Evaluation of some forage pea (*Pisum arvense* L.) lines and cultivars in terms of herbage yield and quality. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 254-262.

DOI: 10.29050/harranziraat.446423

Address for Correspondence:

Erdal CACAN

e-mail:

erdalcacan@gmail.com

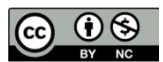
Received Date:

20.07.2018

Accepted Date:

21.06.2019

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



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

ABSTRACT

This study was conducted to determine some yield, quality attributes and correlation of forage pea lines and cultivars for two years between 2014 and 2015 in Bingöl ecological conditions. In present experiments, fourteen different forage pea lines and cultivars were used as the plant material. Experiments were conducted in randomized complete blocks design with three replications. Plant height, herbage yield, hay yield, crude protein ratio, crude protein yield, crude ash ratio, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, digestible dry matter, dry matter intake and relative feed value were investigated. According to mean of experimental years plant height, herbage yield, hay yield, crude protein ratio, crude protein yield, crude ash ratio, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, digestible dry matter, dry matter intake and relative feed values varied from 38.4 to 92.0 cm, from 874 to 1552 kg da⁻¹, from 129 to 232 kg da⁻¹, from 10.2 to 16.9%, from 15.8 to 38.4 kg da⁻¹, from 9.1 to 11.6%, from 27.6 to 34.9%, from 38.1 to 44.1%, from 61.7 to 67.4%, from 2.73 to 3.18% and from 130.9 to 166.4. Significant correlations were found between the traits studied. In terms of these parameters; the Urunlu and Retna genotypes were found to be superior.

Key Words: ADF, NDF, Correlation, Crude protein, Forage pea

ÖZ

Bu çalışma, Bingöl ekolojik koşullarında bazı yem bezelyesi hat ve çeşitlerinin ot verimi, kalitesi ve aralarındaki korelasyonun belirlenmesi amacıyla 2014-2015 yıllarında iki yıl süreyle yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak 14 adet yem bezelyesi hat ve çeşidi kullanılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada; bitki boyu, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı, ham protein verimi, ham kül oranı, asit deterjanda çözünmeyen lif, nötral deterjanda çözünmeyen lif, sindirilebilir kuru madde, kuru madde tüketimi ve nispi yem değerlerine ilişkin veriler ele alınmıştır. Araştırma sonucunda ortalama olarak; bitki boyu 38.4-92.0 cm, yeşil ot verimi 874-1552 kg/da, kuru ot verimi 129-232 kg/da, ham protein oranı %10.2-16.9, ham protein verimi 15.8-38.4 kg/da, ham kül oranı %9.1-11.6, asit deterjanda çözünmeyen lif %27.6-34.9, nötral deterjanda çözünmeyen lif %38.1-44.1, sindirilebilir kuru madde %61.7-67.4, kuru madde tüketimi %2.73-3.18 ve nispi yem değeri 130.9-166.4 arasında değişmiştir. İncelenen özellikler arasında önemli seviyede korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bu parametreler açısından; Ürünlu ve Retna genotiplerinin üstün özellikler göstererek öne çıktığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ADF, NDF, Korelasyon, Ham protein, Yem bezelyesi

Introduction

Peas are gathered under *Pisum sativum* species. *Pisum sativum* ssp. *sativum* sb-species are grown for fresh or dry grains either as edible peas or garden peas. Grains have quite high sugar contents and they are commonly used edible grain legumes. Field pea, also known as forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense*) is grown for hay production, grazing or green-fertilization (Acikgoz, 2001; Avcioglu et al., 2009).

Forage pea is a multi-purpose plant. It is quite available for production as an interim product in temperate zones. Since it has quite short growth period, it is commonly preferred in crop rotations and it can serve as a quite well precursor plant for the other plants in rotation. Forage pea is also used as herbage, hay and silage. It is also quite available to be used as manure crop. It had high yield levels and easily degraded in soil, therefore, can reliably be used as manure crops. In coastal regions, forage pea can be intercropped with cereals in autumn, winter and early spring months and can be used as a short-term pasture with heavy grazing activities (Acar and Ayan, 2012).

Pea herbage is quite palatable and nutritious for almost all animals. Hay harvested at proper harvest period has around 20% crude protein content. Herbage yield per decare under dry conditions is around 1 ton and hay yield is around 250-300 kg. Herbage yield may reach to 2-4 ton da^{-1} under irrigated conditions or in coastal zones (Acikgoz, 2001; Avcioglu et al., 2009; Acikgoz, 2013).

In this study, herbage and hay yields and herbage quality parameters of 14 pea lines and cultivars were investigated to get high quantity and quality yields from pea cultivation and to reveal the correlation between yield and quality parameters of these lines and cultivars.

Material and Method

This study was carried out at research and experiment fields of Bingol University under dry conditions for two years (2014-2015). A total of 6

pea lines (88-PO38-4-3-683, Spring Pea 3-638, P57B, P51, P101, P104) and 8 pea cultivars (Atos, Ozkaynak, Retna, Gatem, Spring, Bolero, Urunlu and Golyazi) were used as the plant material of the study.

Field experiments were set in April of both years and experiments were conducted in randomized blocks design with three replications. Experimental plots were 5 m long and there were 6 rows 30 cm apart in each plot. Sowing was performed with a hand marker. Seeding rate was arranged as to have 15 kg da^{-1} seeds per decare. Before sowing, 4 kg da^{-1} nitrogen and 10 kg da^{-1} phosphorus were applied to experimental plots. Harvests were performed in second week of June of both years.

According to long-term climate data (1990-2015), monthly average temperature of Bingol province is 12.3 °C, total precipitation is 950.8 mm and average relative humidity is 56.9%. In experimental years (2014-2015), average temperature (13.7°C in 2014 and 2015) and relative humidity (51.9% in 2014 and 52.7% in 2015) were close to long-term averages. However, precipitations in experimental years (758 mm in 2014 and 802 mm in 2015) were lower than long-term averages.

Soil samples were taken from 10 different locations of experimental fields. Samples were analyzed at Soil-plant Analysis Laboratory at Agricultural Faculty of Bingol University. Analysis results were assessed based on limit values specified in Sezen (1995) and Karaman (2012). Soil texture was identified as loamy (with degree of saturation of 43.31%); soils were slightly acidic (pH = 6.37), unsaline (0.0066%), poor in organic matter (1.26%), lime (0.15%), potassium (24.45 kg da^{-1}) and medium in phosphorus (7.91 kg da^{-1}).

Plants heights were determined on randomly selected 10 plants from each plot as the height from the soil surface to the last bud. Herbage samples from each plot were weighed to get herbage yields. Then, plot yields were converted into yields per decare. Herbage samples (0.5 kg from each plot) were dried at 70 °C for 48 hours and weighed to get hay yields (Anonymous,

2016). Then, yields were again converted into hay yields per decare. Plant samples from hay were ground to pass through 1 mm sieve. Crude ash content of samples was determined by ashing the samples at 550 °C for 8 hours. Kjeldahl method was used to determine nitrogen (N) contents of the samples. Then, nitrogen content was multiplied by 6.25 to get crude protein ratios (AOAC, 1990). Acid detergent fiber (NDF) and neutral detergent fiber (ADF) values were determined with ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) device (Van Soest et al., 1991). With resultant ADF and NDF values, digestible dry matter content (DDM=88.9 - (0.779 x %ADF)), dry matter intake (DMI=120 / %NDF) and relative feed value (RFV=(DMI x DMD) / 1.29) were calculated (Morrison, 2003).

Experimental data were subjected to variance analysis (with SAS software) in accordance with randomized blocks design with 3 replications. Significant factor means were compared with Duncan's (5%) multiple range test. Basic correlation coefficients were calculated to identify the relationships among investigated parameters.

Results and Discussion

In the study, highly significant differences were observed in all attributes ($p<0.01$).

Plant height and crude ash content

Plant heights and crude ash contents of pea samples are provided in Table 1. As the average of two years, the greatest plant height (92.0 cm) was obtained from Golyazı cultivar and the lowest plant heights were obtained from Bolero, Spring, Atos and Retna genotypes. Two-year average plant height was calculated as 62.9 cm.

The greatest crude ash content (11.6%) was obtained from Spring genotype. It was followed by Spring Pea 3-638, Urunlu and P104 genotypes respectively with same statistical group. The lowest crude ash ratios were observed in P57B, 88-PO38-4-3-683 and P101 genotypes. Two-year average crude ash ratio was calculated as 10.4%. With regard to the years, the highest crude ash ratios were obtained from 2014 and the lowest crude ash ratios were obtained from 2015.

Table 1. Plant height and crude ash ratios of forage pea genotypes for 2014 and 2015 years and averages

Çizelge 1. Yem bezelyesi genotiplerinin 2014 ve 2015 yılları ve ortalamalarına ait bitki boyu ve ham kül oranları

No	Lines and Cultivars <i>Hat ve Çeşitler</i>	Plant Height (cm) <i>Bitki boyu (cm)</i>			Crude Ash (%) <i>Ham kül (%)</i>		
		2014	2015	Mean <i>Ortalama</i>	2014	2015	Mean <i>Ortalama</i>
1	88 PO38-4-3-683	57.9	59.1	58.5 e**	9.6	8.8	9.2 e**
2	Spring PEA 3-638	80.8	43.4	62.1 de	13.9	8.7	11.3 ab
3	P57B	71.1	74.3	72.7 c	10.5	7.7	9.1 e
4	P51	65.7	68.1	66.9 cd	11.2	9.4	10.3 cd
5	P101	83.4	83.4	83.4 b	11.3	7.5	9.4 e
6	P104	81.1	84.9	83.0 b	12.3	9.3	10.8 abc
7	Atos	42.0	41.4	41.7 f	11.8	8.8	10.3 cd
8	Ozkaynak	57.9	60.1	59.0 e	11.6	9.6	10.6 bc
9	Retna	41.0	42.6	41.8 f	10.1	10.5	10.3 cd
10	Gatem 101	68.1	70.1	69.1 c	10.1	10.5	10.3 cd
11	Spring	38.7	41.5	40.1 f	11.1	12.1	11.6 a
12	Bolero	38.6	38.2	38.4 f	11.1	10.1	10.6 bc
13	Urunlu	72.4	72.2	72.3 c	12.6	9.8	11.2 ab
14	Golyazı	89.1	94.9	92.0 a	11.4	8.2	9.8 de
	Mean	63.4	62.4	62.9	11.3 A**	9.4 B	10.4

Significance at $P\leq 0.01$, CV (plant height): %10.60, CV (crude ash): %10.09 / *%1 seviyesinde önemli

In previous studies, plant heights were reported as between 39.2-79.6 cm (Gul et al.,

2005; Togay et al., 2006; Sayar and Anlarsal, 2008; Sayar et al., 2009). Crude ash ratios were

reported as between 6.98-9.56% (Ozyigit and Bilgen, 2006; Kavut et al., 2016). While present plant heights were complying with earlier findings, crude ash ratios were slightly higher than previous findings.

Herbage and hay yields

Herbage and hay yields of pea genotypes are provided in Table 2. As the average of two years, the greatest herbage yield was obtained from Urunlu (1552 kg da⁻¹) cultivar and the lowest herbage yields were obtained from Spring, P57B, 88-PO38-4-3-683 and P51 genotypes. Two-year average herbage yield was calculated as 1147 kg da⁻¹.

The greatest hay yield was obtained from P101 genotype (232 kg da⁻¹) and the lowest hay yields were obtained from Spring and 88 P038-4-3-683 genotypes. Two-year average hay yield of genotypes was calculated as 179 kg da⁻¹. In 2014, higher herbage and hay yields were obtained than the 2015 year.

In previous studies, herbage and hay yields were reported respectively as between 884-5275 kg da⁻¹ and between 189-960 kg da⁻¹ (Timuragaoglu et al., 2004; Sayar and Anlarsal, 2008; Sayar et al., 2009; Geren and Alan, 2012). Present findings were slightly lower than earlier findings since previous genotypes were sown in winter.

Table 2. Herbage yield and hay yield of forage pea genotypes for 2014 and 2015 years and averages
Çizelge 2. Yem bezelyesi genotiplerinin 2014 ve 2015 yılları ve ortalamalarına ait yeşil ot ve kuru ot verimleri

No	Lines and Cultivars <i>Hat ve Çeşitler</i>	Herbage yield (kg da ⁻¹) <i>Yeşil ot verimi (kg da⁻¹)</i>			Hay yield (kg da ⁻¹) <i>Kuru ot verimi (kg da⁻¹)</i>		
		2014	2015	Mean <i>Ortalama</i>	2014	2015	Mean <i>Ortalama</i>
1	88 PO38-4-3-683	1076	723	900 i**	162	109	136 f**
2	Spring PEA 3-638	1295	952	1123 ef	223	156	190 c
3	P57B	1053	724	888 i	184	124	154 e
4	P51	1063	757	910 i	181	122	152 e
5	P101	1406	1007	1206 d	279	185	232 a
6	P104	1189	845	1017 h	206	148	177 d
7	Atos	1191	889	1040 gh	202	147	175 d
8	Ozkaynak	1381	1004	1192 de	207	147	177 d
9	Retna	1677	1243	1460 b	248	174	211 b
10	Gatem 101	1670	1179	1424 bc	243	172	207 b
11	Spring	1012	736	874 i	151	108	129 f
12	Bolero	1222	966	1094 gf	161	135	148 e
13	Urunlu	1829	1274	1552 a	253	174	213 b
14	Golyazı	1642	1116	1379 c	244	173	209 b
	Mean	1336 A**	958 B	1147	210 A**	148 B	179

**Significance at P≤0.01, CV (herbage): %5.20, CV (hay): %6.49 / **%1 seviyesinde önemli

Crude protein ratio and crude protein yield

Crude protein ratios and crude protein yields of pea genotypes are provided in Table 3. As the average of two years, the greatest crude protein ratio (16.9%) was obtained from Urunlu cultivar and the lowest crude protein ratio was obtained from P101 genotype. Two-year average crude protein ratio of the genotypes was calculated as 12.7%.

The greatest crude protein yield (38.4 kg da⁻¹) was obtained from Urunlu cultivar and the lowest crude protein yields were obtained from 88-PO38-4-3-683, P51, Spring and P57B genotypes. Two-year average crude protein yield of the genotypes was

calculated as 23.6 kg da⁻¹. In 2014, higher crude protein ratio and crude protein yields were obtained than the 2015 year.

Crude protein ratios were reported as between 14.6-19.0% (Timuragaoglu et al., 2004; Uzun et al., 2012; Tan et al., 2013). Crude protein yields were reported as between 65.0-97.9 kg da⁻¹ (Timuragaoglu et al., 2004; Uzun et al., 2012). Different environmental conditions and fertilizers may result in different crude protein ratios and consequently different crude protein yields. Low hay yields may also result in low crude protein yields.

Table 3. Crude protein ratio and crude protein yield of forage pea genotypes for 2014 and 2015 years and averages

Çizelge 3. Yem bezelyesi genotiplerinin 2014 ve 2015 yılları ve ortalamalarına ait ham protein oranı ve ham protein verimleri

No	Lines and Cultivars <i>Hat ve Çeşitler</i>	Crude protein ratio (%) <i>Ham protein oranı (%)</i>			Crude protein yield (kg da ⁻¹) <i>Ham protein verimi (kg da⁻¹)</i>		
		2014	2015	Mean <i>Ortalama</i>	2014	2015	Mean <i>Ortalama</i>
1	88 PO38-4-3-683	13.3	9.3	11.3 efg**	21.5	10.1	15.8 c**
2	Spring PEA 3-638	17.9	9.9	13.9 c	39.9	15.4	27.6 b
3	P57B	12.4	9.7	11.0 fgh	22.8	12.0	17.4 c
4	P51	10.0	11.3	10.6 gh	18.0	13.8	15.9 c
5	P101	10.8	9.6	10.2 h	30.1	17.8	23.9 bc
6	P104	16.6	7.6	12.1 de	34.2	11.3	22.8 bc
7	Atos	16.7	11.5	14.1 c	33.6	17.0	25.3 bc
8	Ozkaynak	17.1	10.2	13.6 c	35.4	14.9	25.2 bc
9	Retna	16.2	10.0	13.1 cd	40.1	17.4	28.8 ab
10	Gatem 101	14.0	9.6	11.8 ef	34.0	16.6	25.3 bc
11	Spring	16.3	9.9	13.1 cd	24.6	10.7	17.6 c
12	Bolero	16.6	13.8	15.2 b	26.7	18.6	22.6 bc
13	Urunlu	22.8	11.0	16.9 a	57.7	19.1	38.4 a
14	Golyazı	12.4	10.7	11.5 efg	30.2	18.5	24.4 bc
	Mean	15,2 A**	10.3 B	12.7	32.1 A**	15.2 B	23.6

Significance at P≤0.01, CV (protein): %15.28, CV (protein yield): %20.67 / *%1 seviyesinde önemli

Acid detergent fiber and neutral detergent fiber ratios

ADF and NDF ratios of pea genotypes are provided in Table 4. As the average of two years, the lowest ADF ratio (27.6%) was obtained from Retna genotype and it was followed by Spring Pea

3-638, Bolero and Spring genotypes which were placed in the same statistical group. The greatest ADF ratio was obtained from P57B genotype. Two-year average ADF ratio of the genotypes was calculated as 31.6%.

Table 4. Acid detergent fiber and neutral detergent fiber ratios of forage pea genotypes for 2014 and 2015 years and averages

Çizelge 4. Yem bezelyesi genotiplerinin 2014 ve 2015 yılları ve ortalamalarına ait asit deterjanda ve nötral deterjanda çözünmeyen lif oranları

No	Lines and Cultivars <i>Hat ve Çeşitler</i>	ADF (%) <i>ADF (%)</i>			NDF (%) <i>NDF (%)</i>		
		2014	2015	Mean <i>Ortalama</i>	2014	2015	Mean <i>Ortalama</i>
1	88 PO38-4-3-683	33.4	31.2	32.3 abc**	41.4	41.5	41.4 b-e**
2	Spring PEA 3-638	27.0	30.4	28.7 de	42.4	38.0	40.2 c-f
3	P57B	35.2	34.6	34.9 a	42.0	46.0	44.0 a
4	P51	34.4	30.2	32.3 abc	45.5	41.2	43.3 ab
5	P101	33.2	33.7	33.4 ab	43.4	44.8	44.1 a
6	P104	29.8	35.0	32.4 abc	37.9	44.3	41.1 b-e
7	Atos	33.7	30.5	32.1 abc	41.0	37.2	39.1 ef
8	Ozkaynak	30.4	34.8	32.6 abc	41.2	43.8	42.5 abc
9	Retna	26.4	28.8	27.6 e	34.1	42.1	38.1 f
10	Gatem 101	29.4	33.4	31.4 bcd	37.3	42.9	40.1 def
11	Spring	27.6	33.4	30.5 b-e	40.1	43.3	41.7 bcd
12	Bolero	30.9	27.8	29.3 cde	40.8	44.0	42.4 a-d
13	Urunlu	27.8	34.3	31.0 bcd	38.5	42.1	40.3 c-f
14	Golyazı	33.8	32.6	33.2 ab	42.7	40.1	41.4 b-e
	Mean	30.9 B	32.2 A*	31.6	40.6 B	42.2 A**	41.4

*Significant at P≤0.05, **Significance at P≤0.01, CV (ADF): %8.26, CV (NDF): %5.98 / %5 seviyesinde, ***%1 seviyesinde önemli

The lowest NDF ratio (38.1%) was obtained from Retna genotype and it was followed by Atos,

Gatem, Urunlu and Spring Pea 3-638 genotypes which were placed in the same statistical group.

The greatest NDF ratios were obtained from P101 and P57B genotypes. Two-year average NDF ratio of the genotypes was calculated as 41.4%. In 2015, higher ADF and NDF ratios were obtained than the 2014 year.

ADF and NDF ratios were reported respectively as between 21.5-40.5% and between 32.3-54.3% (Ates, 2012; Tan et al., 2013; Asci et al., 2015). Present findings were quite similar with those earlier ones.

Digestible dry matter, dry matter intake and relative feed value

DDM and DMI ratios of pea genotypes are provided Table 5. As the average of two years, the greatest DDM ratio (67.4%) was obtained from Retna genotype and it was followed by Spring Pea 3-638, Bolero and Spring genotypes which were placed in the same statistical group. The lowest DDM ratio was obtained from P57B genotype. Two-year average DDM ratio of the genotypes was calculated as 64.3%.

Table 5. Digestible dry matter and dry matter intake ratios of forage pea genotypes for 2014 and 2015 years and averages
Çizelge 5. Yem bezelyesi genotiplerinin 2014 ve 2015 yılları ve ortalamalarına ait sindirilebilir kuru madde ve kuru madde tüketimi oranları

No	Lines and Cultivars Hat ve Çeşitler	DDM (%) SKM (%)			DMI (%) KMT (%)		
		2014	2015	Mean Ortalama	2014	2015	Mean Ortalama
1	88 PO38-4-3-683	62.9	64.6	63.7 cde**	2.90	2.90	2.90 cde**
2	Spring PEA 3-638	67.9	65.2	66.5 ab	2.83	3.17	3.00 bc
3	P57B	61.5	61.9	61.7 e	2.86	2.62	2.74 e
4	P51	62.1	65.4	63.7 cde	2.64	2.92	2.78 de
5	P101	63.0	62.7	62.8 de	2.77	2.69	2.73 e
6	P104	65.7	61.7	63.7 cde	3.16	2.71	2.94 bcd
7	Atos	62.7	65.1	63.9 cde	2.93	3.26	3.09 ab
8	Ozkaynak	65.2	61.8	63.5 cde	2.91	2.74	2.83 cde
9	Retna	68.4	66.5	67.4 a	3.51	2.85	3.18 a
10	Gatem 101	66.0	62.8	64.5 bcd	3.22	2.80	3.01 bc
11	Spring	67.4	62.9	65.1 a-d	2.99	2.77	2.88 cde
12	Bolero	64.8	67.3	66.1 abc	2.94	2.73	2.83 cde
13	Urunlu	67.3	62.2	64.8 bcd	3.11	2.85	2.98 bc
14	Golyazı	62.6	63.5	63.0 de	2.81	2.99	2.90 cde
	Mean	64.8 A*	63.8 B	64.3	2.97 A**	2.86 B	2.91

*Significant at $P \leq 0.05$, **Significance at $P \leq 0.01$, CV (DDM): %3.16, CV (DMI): %6.43 / *%5 seviyesinde **%1 seviyesinde önemli

Table 6. Relative feed value of forage pea genotypes for 2014 and 2015 years and averages
Çizelge 6. Yem bezelyesi genotiplerinin 2014 ve 2015 yılları ve ortalamalarına ait nispi yem değeri

No	Lines and Cultivars Hat ve Çeşitler	RFV / NYD		
		2014	2015	Mean / Ortalama
1	88 PO38-4-3-683	141.4	145.2	143.3 b-f**
2	Spring PEA 3-638	149.0	160.0	154.5 b
3	P57B	136.2	125.5	130.9 g
4	P51	127.0	147.8	137.4 efg
5	P101	135.2	130.8	133.0 fg
6	P104	161.1	129.7	145.4 b-e
7	Atos	142.3	164.8	153.6 bc
8	Ozkaynak	147.3	131.4	139.4 d-g
9	Retna	186.2	146.8	166.4 a
10	Gatem 101	164.6	136.6	150.6 bcd
11	Spring	156.3	135.0	145.6 b-e
12	Bolero	147.9	142.2	145.0 b-e
13	Urunlu	162.3	137.7	150.0 bcd
14	Golyazı	136.2	147.3	141.9 c-g
	Mean	149.5 A**	141.5 B	145.5

**Significance at $P \leq 0.01$, CV (RFV): %8.45 / **%1 seviyesinde önemli

The greatest DMI ratio (3.18%) was obtained from Retna genotype and it was followed by Atos genotype which was placed in the same statistical group. The lowest DMI ratios were obtained from P101 and P57B genotypes. Two-year average DMI ratio of the genotypes was calculated as 2.91%.

RFV ratios of pea genotypes are provided Table 6. The greatest RFV (166.4) was obtained from Retna genotype and the lowest RFV was obtained from P57B genotype. Two-year average RFV of the genotypes was calculated as 145.5. In 2014, higher DDM, DMI and RFV ratios were obtained than the 2015 year.

Kocer and Albayrak (2012) carried out an intercropping study and reported DDM ratio of pure stand forage pea as 68.03% and RFV as 167.27. Current findings were similar with those earlier ones.

Correlations analysis between in investigated traits

Basic correlation coefficients calculated for correlations between investigated traits are provided in Table 7. Plant height had significant positive correlations with hay yield and ADF ratios. Plant heights had also significant positive correlations with herbage yield and NDF ratios. Plant height had negative correlations with crude protein ratio, DDM, DMI and RFV.

Herbage yield had highly significant positive correlations with hay yield and crude protein yield, had significant positive correlations with DMI and RFV and had significant negative correlation with NDF. There were highly significant positive correlations between hay yield and crude protein yields. Crude protein ratio had highly significant positive correlations with crude protein yield, crude ash, DDM, DMI and RFV and had highly significant negative correlations with ADF and NDF.

Table 7. Correlations analysis between investigated traits⁺

Çizelge 7. İncelenen özellikler arasındaki korelasyon analizi

	HEY YOY	HAY KOV	CP HP	CPY HPV	CA HK	ADF ADF	NDF NDF	DDM SKM	DMI KMT	RFV NYD
PH	0.219	0.461	-0.258	0.035	-0.204	0.369	0.242	-0.369	-0.242	-0.315
BB	*	**	*			**	*	**	*	**
HEY		0.826	0.059	0.501	-0.067	-0.149	-0.215	0.149	0.216	0.217
YOY		**		**			*		*	*
HAY			-0.098	0.449	-0.123	-0.010	-0.109	0.010	0.123	0.099
KOV				**						
CP				0.835	0.625	-0.532	-0.472	0.532	0.449	0.527
HP				**	**	**	**	**	**	**
CPY					0.492	-0.480	-0.486	0.480	0.477	0.532
HPV					**	**	**	**	**	**
CA						-0.248	-0.094	0.248	0.062	0.133
HK						*		*		
ADF							0.579	-1.000	-0.571	-0.787
ADF							**	**	**	**
NDF								-0.580	-0.994	-0.951
NDF								**	**	**
DDM									0.571	0.787
SKM									**	**
DMI										0.955
KMT										**

+ Correlation coefficients for 2014 and 2015, * Significant at 5%, ** Significant at 1%

PH: Plant height, HEY: Herbage yield, HAY: Hay yield, CP: Crude protein ratio, CPY: Crude protein yield, CA: Crude ash, ADF: Acid detergent fiber, NDF: Neutral detergent fiber, DDM: Digestible dry matter, DMI: Dry matter intake, RFV: Relative feed value.

+ 2014 ve 2015 yılları için korelasyon katsayıları * %5 düzeyinde önemli, ** %1 düzeyinde önemli,

BB: Bitki boyu, YOY: Yeşil ot verimi, KOV: Kuru ot verimi, HP: Ham protein oranı, HPV: Ham protein verimi, HK: Ham kül, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, SKM: Sindirilebilir kuru madde, KMT: Kuru madde tüketimi, NYD: Nispi yem değeri

Crude protein yield had highly significant positive correlations with crude ash, DDM, DMI and RFV and had highly significant negative correlations with ADF and NDF. There were significant positive correlations between crude ash and DDM and significant negative correlations between crude ash and ADF. ADF ratio had highly significant positive correlations with NDF and had highly significant negative correlations with DDM, DMI and RFV. NDF had highly significant negative correlations with DDM, DMI and RFV. DDM had highly significant positive correlations with DMI and RFV. There were also highly significant positive correlations between DMI and RFV.

Conclusion

Significant correlations were found between yield and quality attributes in the study. In present study, the highest plant height was obtained from Golyazi, the greatest herbage yield, crude protein ratio and crude protein yield from Urunlu, the greatest hay yield from P101, the lowest ADF and NDF ratios and the greatest DDM, DMI and RFV from Retna genotypes. Considering present findings, Urunlu cultivar with higher herbage yield, crude protein ratio and crude protein yield and Retna cultivar with low ADF and NDF ratios and higher DDM, DMI and RFV showed superior properties. As such, Urunlu and Retna can be recommended for forage pea culture.

Acknowledgment

Some parameters of one year of this two-year study were published as a master thesis of Ayhan Bozkurt.

References

- Acar, Z., and Ayan, I. (2012). *Culture of Forage Crops*. Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty Textbook No:2.
- Acikgoz, E. (2001). *Forage Crops*. Uludag University, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Uludag University Empowerment Foundation No:182.
- Acikgoz, E. (2013). *Forage Crops Breeding*. Dairy Livestock Training Center Publications No:8, s.41.
- Anonymous (2016). *Experiments on Measuring Agricultural Values Technical Instruction*. Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Directorate of Seed Registration and Certification Center, Ankara.
- AOAC (1990). *Association of Official Analytical Chemists*. Official Method of Analysis. 15th.ed. Washington, DC. USA. pp.66-88.
- Asci, O.O., Acar, Z., and Arici, Y.K. (2015). Hay yield, quality traits and interspecies competition of forage pea-triticale mixtures harvested at different stages. *Turk J Field Crops*, 20(2), 166-173.
- Ates, E. (2012). The mineral, amino acid and fiber contents and forage yield of field pea (*Pisum arvense* L.), fiddleneck (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) and their mixtures under dry land conditions in the western Turkey. *Romanian Agricultural Research*, 29, 237-244.
- Avcioglu, R., Hatipoglu, R., and Karadag Y. (2009). *Leguminous Forage Crops Volume II*. Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Publications of the General Directorate of Agriculture and Publication.
- Geren, H., and Alan, O. (2012). Effects of different sowing dates on the herbage yield and some other yield characteristics of two pea (*Pisum arvense* L.) cultivars. *Anadolu J. of AARI*, 22(2), 37-47.
- Gul, I., Sumerli, M., Bicer, B.T., and Yilmaz, Y. (2005). Heritability and correlation studies in pea (*Pisum arvense* L.) lines. *Asian Journal of Plant Sciences*, 4(2), 154-158.
- Karaman, M.R. (2012). *Plant Nutrition*. Gubretas Guide Book Series:2. Editor: Zengin, M., Basic principles in interpretation of soil and plant analysis results (Chapter 12), page: 874.
- Kavut, Y.T., Celen, A.E, Cibik, S.E., and Urtekin, M.A. (2016). A research on the yield and some yield characteristics of some field pea (*Pisum arvense* L.) varieties grown in different row spacings in Ege Region conditions. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 25(Special issue), 225-229.
- Kocer, A., and Albayrak, S. (2012). Determination of forage yield and quality of pea (*Pisum sativum* L.) mixtures with oat and barley. *Turkish Journal of Field Crops*, 17(1), 96-99.
- Morrison, J.A. (2003). *Hay and Pasture Management, Chapter 8*. Extension Educator, Crop Systems Rockford Extension Center (http://iah.aces.uiuc.edu/pdf/Agronomy_HB/08chapter.pdf).
- Ozyigit, Y., and Bilgen, M. (2006). Effect of different cutting stages on some quality factors in various legume forage crops. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 19(1), 29-34.
- Sayar, M.S., and Anlarsal, A.E. (2008). A research on determination of yield and some yield components of forage pea (*Pisum arvense* L.) cultivars and lines in Diyarbakir ecological conditions. *Cukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences*, 17(4), 78-88.
- Sayar, M.S., Anlarsal, A.E, Acikgoz, E., Basbag, M., and Gul I. (2009). The determination of yield and yield components of some forage pea (*Pisum arvense* L.) lines in Diyarbakir conditions. *Turkey 8th Congress of Field Crops*, 19-22 October, Hatay.

- Sezen, Y. (1995). *Fertilizers and Fertilization*. Ataturk University Publication No:679, Agriculture Faculty Publications No:303, s.15, Erzurum.
- Tan, M., Koc, A., Dumlu, Z.G., Elkoca, E., and Gul, I. (2013). Determination of dry matter yield and yield components of local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes. *Journal of Agricultural Sciences*, 19(2013), 289-296.
- Timuragaoglu, K.A., Genc, A., and Altinok, S. (2004). A research on forage and seed yields of forage pea lines under Ankara conditions. *Journal of Agricultural Sciences*, 10(4), 457-461.
- Togay, N., Togay, Y., Erman, M., and Yildirim, B. (2006). The effect of different plant densities on some agricultural properties in two winter pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) lines. *J. Agric. Sci.*, 16(2), 97-103.
- Uzun, A., Gun, H., and Acikgoz, E. (2012). Yield and quality characteristics of some pea (*Pisum sativum* L.) varieties harvested at different growing stages. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 26(1), 27-38.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597.



Brokoli ve pırasada kükürt içeriği ve kükürtlü aminoasit miktarları arasındaki ilişkiler

The correlation between the sulfur content and the amounts of sulfur-containing amino acids of leek and broccoli

Nilgün MORDOĞAN¹ , Seda ERDOĞAN BAYRAM^{2*} , Hakan ÇAKICI¹ , İbrahim DUMAN³ 

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir, Türkiye

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ege Agrolab Birimi, İzmir, Türkiye

³Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, Türkiye

To cite this article:

Mordoğan, N., Erdoğan Bayram, S., Çakıcı, H. & Duman, İ. (2019). Brokoli ve pırasada kükürt içeriği ve kükürtlü aminoasit miktarları arasındaki ilişkiler. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(2): 263-276.

DOI: 10.29050/harranziraat.510323

Address for Correspondence:

Seda ERDOĞAN BAYRAM

e-mail:

seda.erdogan@ege.edu.tr

Received Date:

08.01.2019

Accepted Date:

09.05.2019

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



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

ÖZ

Bu çalışma, kışlık sebzelerden, yüksek kükürt içeriğine bağlı kükürtlü esansiyel amino asitlerden sistein ve methionini önemli düzeyde içerdiği bilinen brokoli ve pırasa bitkilerinde, kükürt ve diğer besin elementleri ile bu sebzelerin içerdikleri kükürtlü amino asit miktarları arasındaki ilişkileri ortaya koymak amaçlı yürütülmüştür. Buna yönelik; Ege Bölgesi sebze yetiştiriciliğinde önemli bir merkez durumunda olan İzmir ili Torbalı ilçesinden, brokoli ve pırasa yetiştiriciliğinin yaygın bir şekilde yapıldığı alanlardan toprak ve bitki örnekleri alınarak analiz edilmiştir. 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin fiziksel kimyasal özellikleri ile verimlilik durumları saptanmış, bitki yapraklarında ise başta kükürt olmak üzere besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Bitkilerin tüketilen kısımlarında; pırasada tüm bitki, brokolide ise baş kısımlarında; sistein ve methionin miktarları belirlenmiştir. Bitkilerin kükürtlü amino asit içerikleri ile toprak ve bitki örneklerinin kükürt ve diğer bitki besin maddesi içerikleri arasındaki ilişkiler ortaya koyulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre; brokoli bitkisinin yaprak makro besin elementlerinden; K, Ca ve S içerikleri ile sistein ve methionin içerikleri arasında pozitif ilişkiler belirlenirken pırasa bitkisinin incelenen yaprak besin elementleri ile sistein methionin içerikleri arasında herhangi bir ilişki belirlenmemiştir. Makro besin elementlerinin brokoli bitkisinin sistein ve methionin içeriklerini arttırması hususu, gübreleme uygulamalarında dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Brokoli, Pırasa, Besin elementleri, Sistein, Methionin

ABSTRACT

This study was conducted with the aim of showing the correlation between the amounts of sulfur and other nutrient elements and sulfurous amino acids in broccoli and leeks, winter vegetables which are known to have a high sulfur content related to their significantly high content of the sulfurous amino acids cysteine and methionine. For this purpose, soil and plant samples were taken and analyzed from areas of Torbalı district in İzmir province, an important center of vegetable-producing in the Aegean Region of Turkey where broccoli and leeks are widely grown. The physical and chemical characteristics of samples taken from depths of 0-30 cm and their fertility were determined, as was the nutrient, particularly sulfur, content of the plant leaves. Amounts of cysteine and methionine were determined in the edible parts of the plant – in leeks, the whole plant, and in broccoli the heads. The relationship between the sulfurous amino acid content of the plants and the sulfur and other plant nutrient material contents of the soil and plant samples was determined. According to the results of the study,

there was a positive correlation between the content of the leaf macro nutrient elements K, Ca and S and the cysteine and methionine content of broccoli, but no correlation was found between the leaf nutrient elements examined and cysteine and methionine content in leeks. The fact that macro nutrient elements increase the cysteine and methionine content of broccoli plants should be taken into account when applying fertilizer.

Key Words: Broccoli, Leeks, Nutrient elements, Cysteine, Methionine

Giriş

Ülkemizde kışlık sebze olarak yoğun tüketilen pırasa ve brokoli bitkileri, özellikle Ege, Akdeniz ve Güney Marmara Bölgelerinde yaygın şekilde yetiştirilmektedir. Türkiye’de brokoli 25.481 da alanda 46.353 ton, pırasa ise 79.908 da alanda 231.678 ton üretim miktarına sahiptir. Brokoli üretiminde İzmir, 13.124 ton ile Antalya ve Mersin’in önünde ilk sırada yer alırken; pırasada 19.533 ton üretim ile Bursa, Mersin ve Samsun’dan sonra dördüncü sıradadır (TÜİK, 2016).

Brassicaceae familyası sebzeleri arasında yer alan Avrupa ve Amerika’da geniş alanlarda yetiştirilen ve sevilerek tüketilen brokolinin, son yıllarda ülkemizde de üretim ve tüketim miktarı hızla artmaktadır. Özellikle sağlık üzerine olan olumlu etkilerinin anlaşılması, brokoliye olan talebi arttırmaktadır (Eşiyok, 1996; Bozokalfa ve ark., 2003). Brokoli, içerdiği flavonoid ve glukozinolatlar gibi bioaktif bileşenlerin zengin bir kaynağı olup içerdiği indoller, sülforafan, beta-karoten, selenyum, ditiyolitionlar, quersetin, lutein, C ve E vitaminleri açısından da insan sağlığı üzerinde çok faydalı bir sebzedir. Özel selülozik yapısı nedeniyle bağırsaklardaki zehirli maddeleri ve ağır metalleri uzaklaştırarak koruyucu bir etki göstermektedir (Anonim, 2002; Ünsal ve Hayoğlu, 2018).

Zambakgiller (*liliaceae*) familyasından olan pırasa, yılın her mevsiminde ve genellikle gövdesi için kısmen de yaprakları için yetiştirilen bir bitkidir. Kışlık sebze olarak kullanılan ve bütün bölgelerimizde üretilip tüketilen pırasa, özellikle kara ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerimizde kışlık sebze tüketiminin çok önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (MEGEP, 2013).

İnsan beslenmesinde önemli bir grup olan proteinler ve yapıtaşları amino asitleri içerdiği bilinen bu sebzelerin amino asit içeriklerinin

belirlenmesi insan sağlığı açısından önem arz etmektedir. Bir makro besin elementi olan kükürt, bitkilerde düzenli büyüme, yüksek verim ve ürün kalitesi üzerine etkileri olan temel elementlerden biridir. Kükürdün bitkilerdeki en önemli fonksiyonu; sistin, sistein ve methionin gibi amino asitlerin temel yapı taşı olmasıdır. Bu amino asitler proteinlerin oluşumunda görev almakla birlikte, glütatyon, tiamin, biyotin, koenzim A ve lipoik asit gibi önemli bileşiklerin de öncü maddesidir (Wielebski, 2015). Bu bağlamda kükürt; bitkilerde, sistein ve methionin aminoasit içeriğini etkileyerek ve azot metabolizmasında oynadığı rol ile verimi arttırmaktadır (Wielebski, 2015).

Vücutta biyokimyasal tepkimelerle diğer bileşiklerden sentez edilemedikleri için besinlerle günlük alınmaları gereken ve protein sentezinde kullanılan bazı aminoasitler; esansiyel aminoasitler olarak adlandırılırlar. Kükürtlü amino asitlerden sistein ve methionin de bu gruba girmektedir. *Brassica* ve *Liliaceae* familyasına ait bitkiler iyi birer protein kaynağı olup özellikle kükürt içeren gerekli bütün aminoasitleri içerirler (Salunkhe ve Kadam 1998). Bu bağlamda, araştırmanın konusunu oluşturan bitkilerde yüksek kükürt içeriğine bağlı artması beklenen kükürtlü aminoasitlerden sistein ve methioninin tespiti, pratikte insan beslenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, brokoli ve pırasa yetiştiriciliğinin yaygın bir şekilde yapıldığı İzmir ili Torbalı ilçesinde başta kükürt olmak üzere toprak ve bitkide besin elementi içeriklerine bağlı kükürtlü aminoasit içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, söz konusu bu bitkilerin sistein ve methionin içerikleri ile kükürt ve diğer bitki besin maddeleri arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırma, 2012-2013 üretim döneminde, İzmir-Torbalı ilçesinde, brokoli ve pırasa yetiştiriciliği yapılan üretici bahçelerinde yürütülmüştür. Araştırma materyalini, bölgeyi temsil edecek şekilde seçilen 30'ar adet pırasa ve brokoli bahçesinden alınan toprak ve bitki örnekleri oluşturmuştur.

Yöntem

Toprak örneklerinin alınması ve analiz yöntemleri

Eylül ayında, ekim öncesi, 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve hava kurusu hale getirilerek 2 mm'lik elekten geçirilip analize hazır hale getirilmiştir (Kacar, 1995). Toprak reaksiyonu ve suda çözünabilir toplam tuz, su ile doyurulmuş toprak çamurunda pH metre ve EC metre ile (Jackson, 1967; Anonim, 1993), kireç Scheibler kalsimetresi ile volümetrik (Kacar, 1995), organik madde titrimetrik (Schlichting ve Blume, 1966), bünye ise hidrometrik (Bouyoucos, 1951) yöntemler ile belirlenmiştir. Toplam N; modifiye Kjeldahl (Bremner, 1965) yöntemi ile alınabilir P ise NaHCO_3 ile ekstrakte edilen süzüklerde kolorimetrik (Olsen ve ark., 1954) yöntemle belirlenmiştir. 1 N NH_4OAc ile ekstrakte edilen örneklerde; alınabilir K, Ca flame fotometre (EPPENDORF) (Pratt, 1965) ile; Mg, Fe, Zn, Mn, Cu ise 0.05 M DTPA+TEA ile ekstraksiyon sonrası elde edilen süzüklerde Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (VARIAN AA 240 FS) cihazı ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978). Toprakların alınabilir SO_4^{2-} içerikleri ise KH_2PO_4 ile ekstraksiyon sonrası spektrofotometre yardımıyla turbidimetrik olarak belirlenmiştir (Fox ve ark., 1964; Kacar, 2009).

Bitki örneklerinin alınması ve bitki analiz yöntemleri

Bitki örnekleri, brokoli bitkisinde baş oluşum döneminde, pırasa bitkisinde ise olgunluk öncesi (sap kalınlığı>1 cm) döneminde alınmıştır (Kacar ve İnal, 2008). Alınan örnekler, buz çantasında laboratuvara getirilerek çeşme ve saf sudan geçirildikten sonra bir kısmı uygun şekilde

parçalanıp taze olarak vakumlanmış ve aminoasit belirlemeleri için -20°C de saklanmıştır. Örneklerin kalan kısmı ise 65°C de sabit tartıma gelene kadar kurutulduktan sonra öğütülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Bitkilerin toplam N içerikleri, modifiye Kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1965) belirlenmiştir. Kuru yakma (550°C 'de kül haline getirilerek 3 N HCl ile çözündürülmüş) yöntemi ile elde edilen çözeltilerde; P, vanado molibda fosforik asit sarı renk yöntemi ile kolorimetrik; K, Ca flame fotometrik; Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları ise AAS cihazında ölçülerek belirlenmiştir (Kacar, 1984). Bitki ekstraktlarında kükürt ($\text{SO}_4\text{-S}$), turbidimetrik yöntemle belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Sebze örneklerinin kükürtlü amino asit belirlemeleri, Phenomenex EZ: faast (easy-fast amino acid sample testing kit, Phenomenex Company) hazır kitleri kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan yöntem parametreleri: Inlet sıcaklığı: 250°C , Detektör sıcaklığı: 320°C , Kolon: length * id = 10 m.*0,25 mm., Oven: 110°C 'den 320°C ' ye ($32^\circ\text{C}/\text{min}$ artışlarla), He: 60 kPa, Split oranı: 1:15 (Mustafa et al., 2007) olup çalışılan sebze grubu için yöntemde gerekli modifikasyonlar yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Bitki gruplarına göre alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin maksimum, minimum ve ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Sonuçlarının değerlendirilmesinde uygulanan istatistik yöntemler

Her iki bitki çeşidinin yaprak besin element içeriklerine ilişkin verilerin normal dağılıma uygunluğu, IBM SPSS 25 Version paket programında Shapiro-Wilk testiyle belirlenmiştir. Test sonuçları, yaprak besin elementi içeriklerinin normal dağılıma uymadığını göstermiştir. Bu nedenle, yaprak besin elementi ile bitki amino ait (sistein ve methionin) içerikleri arasındaki ilişkiler parametrik olmayan test yöntemlerinden Spearman korelasyon testi ile belirlenmiştir.

Çizelge 1. Brokoli ve pırasa topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
 Table 1. Some physical and chemical properties of broccoli and leek soils

Bitki Plant	Değişim aralığı Range	pH	%					
			Toplam tuz Total salt	Kireç Lime	Organik madde Organic matter	Kum Sand	Kil Clay	Mil Silt
Brokoli Broccoli	Min. Min.	7.14	0.030	2.2	0.82	26.24	7.76	7.28
	Maks. Max.	7.82	0.048	18.20	2.73	84.96	41.76	42.56
	Ort. Avg.	7.51	0.040	8.80	1.90	64.05	28.95	32.80
Pırasa Leek	Min. Min.	7.12	0.030	2.10	0.76	22.24	6.32	7.28
	Maks. Max.	7.82	0.048	21.50	3.22	81.68	40.48	40.00
	Ort. Avg.	7.50	0.040	8.31	1.84	61.86	28.96	29.09

Çizelge 1 incelendiğinde, her iki bitki çeşidine ait toprakların, ortalama pH değerleri; 7,50 civarında olup hafif alkali (7,4-7,8) reaksiyon göstermektedir (Kellog, 1952). Farklı araştırmacılar, brokoli ve pırasa yetiştiriciliğinde en uygun toprak pH'sının 6-7,5 arasında değişen nötr/hafif alkali tepkimeli topraklar olduğunu pırasa ve brokoli yetiştiriciliğinde asit topraklardan kaçınılması gerektiğini bildirmişlerdir (Yoldaş ve Eşiyok, 2004; MEGEP, 2013). Bu bağlamda; araştırma kapsamında incelenen yöre toprakları, pH yönü ile ele alınan her iki sebze çeşidi için uygundur. Ortalama suda çözünebilir % toplam tuz içerikleri, her iki sebze çeşidine ait topraklarda aynı olup % 0,040 bulunmuştur. Tuzluluk bakımından herhangi bir tehlike (< %0.15) içermemektedir (U.S. Soil Survey Staff, 1951).

Brokoli ve pırasa yetiştirilen toprakların ortalama CaCO₃ içerikleri sırasıyla; % 8.80 ve % 8.31 olarak saptanmıştır. Buna göre; her iki sebze çeşidinin yetiştirildiği yöre toprakları, kireççe zengindir (% 5-10) (Evliya, 1960). Kireççe zengin topraklar, brokoli ve pırasa yetiştiriciliği için uygun değildir (Yoldaş ve Eşiyok, 2004; MEGEP, 2013). Toprakların ortalama organik madde kapsamları, brokoli topraklarında % 1.90; pırasa topraklarında ise % 1.84 olarak belirlenmiştir. Buna göre; her iki sebze çeşidine ait toprakların geneli, humusça fakir (< % 2) durumdadır (Akalan, 1965). Elde edilen sonuçlar; organik maddece zengin topraklarda iyi gelişme gösterdiği bilinen (Yoldaş ve Eşiyok, 2004; MEGEP, 2013) sebzeler için yöre

topraklarında organik gübre uygulamasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bünyeleri; tın/kumlu-tın tespit edilen brokoli topraklarının; % kum, kil ve mil içerikleri sırasıyla; 26.24-84.96, 7.76-41.76 ve 7.28-42.56 arasında değişirken, tın/killi-tın bünyeli tespit edilen pırasa topraklarının ise % kum, kil ve mil içerikleri sırasıyla; 22.24-81.68, 6.32-40.48 ve 7.28-40.0 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1). Sebze tarımında ideal olduğu bildirilen geçirgenliği yüksek hafif bünyeli topraklara (Yoldaş ve Eşiyok, 2004; MEGEP, 2013) göre nispeten ağır bulunan yöre topraklarına organik gübre uygulanması, bünyenin olumsuz etkisini de azaltacaktır.

Toprakların besin elementi içerikleri

Araştırma alanı topraklarının toplam azot ile alınabilir bazı makro besin elementi içerikleri Çizelge 2'te verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde; brokoli yetiştirilen toprakların toplam azot içeriklerinin % 0.043-0.155, pırasa yetiştirilen toprakların ise % 0.044-0.158 arasında değiştiği görülmektedir. Buna göre; brokoli topraklarının yaklaşık olarak % 7'si fakir (%0.045-0,09), % 43'ü orta (% 0.05-0,10), % 40'ı iyi (% 0.10-0.15) ve % 10'u zengin (% 0.15<) iken; pırasa topraklarının % 10'u fakir, % 63'ü orta, % 20'si iyi, % 7'si zengin sınıfında yer almıştır (FAO, 1990; Zengin, 2012).

Toprakların alınabilir fosfor içerikleri; brokoli topraklarında, 4.20 – 28.0 mg kg⁻¹, pırasa topraklarında ise 3.80 – 38.0 mg kg⁻¹ arasında

bulunmuştur. Bu değerlere göre; brokoli topraklarının yaklaşık % 63'ü yeterli (8-25 mg kg⁻¹), %7'si fazla (>25 mg kg⁻¹), % 30'u az (<8 mg kg⁻¹) sınıfında yer alırken; pırasa topraklarının % 53'ü yeterli, % 7'si fazla, % 40'ı az sınıfında (Zengin, 2012; FAO, 1990) bulunmuştur (Çizelge 2). Toprakların alınabilir fosfor içeriklerinin toprak pH'ları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Toprakların alınabilir potasyum içerikleri brokoli topraklarında 180-385 mg kg⁻¹; pırasa topraklarında ise 140 - 422 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 2). Buna göre; brokoli topraklarının yaklaşık olarak % 73'ü yeterli (200-300 mg kg⁻¹), % 17'si yüksek (300-400 mg kg⁻¹) ve % 10'u düşük (150-200 mg kg⁻¹); pırasa topraklarının ise % 43'ü yeterli, % 20'si yüksek, % 7'si çok yüksek ve % 10'u noksan düzeyde potasyum içermektedir (Fawzi ve El-Fouly, 1980).

Alınabilir kalsiyum içeriği 1860-4580 mg kg⁻¹ arasında değişim gösteren brokoli topraklarının yaklaşık % 53'ü çok fazla (>3571 mg kg⁻¹), % 20'si fazla (2857-3571 mg kg⁻¹), % 13'ü iyi (2143-2857 mg kg⁻¹) ve % 13'ü normal (1428-2143 mg kg⁻¹) düzeyde kalsiyum içermektedir. Pırasa topraklarının alınabilir kalsiyum içeriği ise 1350 - 5100 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiş olup (Çizelge 2) toprakların % 40'ı çok fazla, %3'ü fazla, % 10'u iyi, % 27'si normal ve % 20 si fakir düzeyde bulunmuştur (Pratt, 1965).

Toprakların alınabilir magnezyum miktarları; brokoli topraklarında 82-380 mg kg⁻¹; pırasa topraklarında ise 85-310 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 2).

Pratt (1965)'e göre değerlendirildiğinde; brokoli topraklarının yaklaşık olarak % 33'ü orta (80-160 mg kg⁻¹), % 57'si yüksek (160-350 mg kg⁻¹), % 10'u çok yüksek (>350 mg kg⁻¹); pırasa topraklarının ise % 53'ü orta, % 47'si yüksek düzeyde magnezyum içermektedir.

Toprakların alınabilir kükürt (SO₄-S) içerikleri brokoli topraklarında 1.22 – 15.2 mg kg⁻¹, pırasa

topraklarında ise 5.10 - 16.8 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 2). Scott ve ark., (1983)'e göre; brokoli topraklarının % 60'ı düşük (< 10 mg kg⁻¹), % 40'ı yeterli (> 10 mg kg⁻¹); pırasa topraklarının ise % 40'ı düşük, % 60'ı yeterli düzeyde alınabilir kükürt içermektedir.

Araştırma alanı topraklarının alınabilir bazı mikro besin element içerikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Toprakların alınabilir demir içerikleri, brokoli topraklarında 3.80 - 52.6 mg kg⁻¹; pırasa topraklarında ise 3.20 - 32.0 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 3). Buna göre brokoli topraklarının yaklaşık olarak % 77'si orta (2.5-4.5 mg kg⁻¹), % 23'ü yüksek (>4.5 mg kg⁻¹); pırasa topraklarının ise % 40'ı orta, % 60'ı yüksek düzeyde demir içermektedir (Zengin, 2012).

Toprakların alınabilir çinko içerikleri brokoli topraklarında, 0.25 – 2.65 mg kg⁻¹, pırasa topraklarında ise 0.25 – 2.55 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Bu değerlere göre brokoli topraklarının yaklaşık % 3'ü fazla (2.4-8.0 mg kg⁻¹), % 23'ü yeterli (0.7-2.4 mg kg⁻¹) ve % 73'ü az (0.2-0.7 mg kg⁻¹); pırasa topraklarının ise % 13'ü fazla, % 30'u yeterli ve % 57'si az düzeyde çinko içermektedir (FAO, 1990; Zengin, 2012). Alınabilir bakır içeriği, brokoli yetiştirilen topraklarda; 3.60 – 14.6 mg kg⁻¹; pırasa yetiştirilen topraklarda ise 4.20 – 15.8 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). İncelenen her iki bitki çeşidine ait toprakların tamamı yeterli düzeyde (>0.2 mg kg⁻¹) bakır içermektedir (Zengin, 2012).

Toprakların alınabilir mangan içerikleri brokoli topraklarında 3.60 – 14.6 mg kg⁻¹; pırasa topraklarında ise 4.20 – 15.8 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Lindsay ve Norvel (1978)'e göre değerlendirildiğinde her iki bitki çeşidine ait toprakların tamamı alınabilir Mn içerikleri yönüyle yeterli (>1.2 mg kg⁻¹) durumdadır.

Çizelge 2 Brokoli ve pırasa topraklarına ilişkin alınabilir bazı makro besin element içerikleri
Table 2. Some available macro nutrient contents of broccoli and leek soils

Örnek No Sample No	Brokoli Broccoli						Pırasa Leek					
	%		Alınabilir (mg kg ⁻¹) Available (mg kg ⁻¹)				%		Alınabilir (mg kg ⁻¹) Available (mg kg ⁻¹)			
	Toplam N Total N	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Toplam N Total N	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S
1	0.046	21.0	215	3150	260	5.60	0.102	5.60	325	4510	98	16.2
2	0.105	9.20	280	3810	120	12.0	0.088	4.20	390	4680	96	16.0
3	0.085	7.10	265	3960	89	12.9	0.105	6.10	365	4440	101	12.8
4	0.055	22.0	220	2920	215	4.20	0.089	7.20	295	4260	120	15.2
5	0.068	4.60	360	4520	84	14.5	0.090	7.60	292	4340	136	12.5
6	0.115	24.0	260	1980	285	6.20	0.101	12.0	215	1920	145	15.4
7	0.120	22.0	315	2810	265	8.40	0.091	38.0	142	1420	310	7.20
8	0.155	4.20	385	4580	82	15.2	0.091	10.0	270	4150	152	16.2
9	0.142	17.0	251	3320	225	6.20	0.097	12.0	285	2810	148	10.2
10	0.105	18.0	246	3210	260	7.10	0.044	18.0	182	1720	210	10.1
11	0.152	15.0	264	3840	180	4.60	0.090	12.0	235	2150	138	5.10
12	0.128	28.0	185	1860	380	1.40	0.090	4.20	422	4910	85	16.8
13	0.102	24.0	210	1960	340	2.60	0.106	14.0	218	1760	196	8.20
14	0.105	26.0	191	1920	360	1.90	0.078	16.0	212	1810	190	8.10
15	0.142	24.0	205	2200	315	2.40	0.101	18.0	185	1620	260	5.40
16	0.098	20.0	200	2680	300	2.60	0.094	14.0	234	2665	195	11.2
17	0.082	7.80	220	3420	240	8.20	0.103	7.20	196	4880	105	12.6
18	0.092	8.60	260	4050	210	12.6	0.045	9.20	241	1785	220	10.3
19	0.096	16.0	255	3540	190	3.50	0.093	3.80	395	5100	88	15.6
20	0.098	6.20	322	4450	84	13.2	0.094	17.0	185	1380	260	6.40
21	0.102	7.60	280	4310	88	14.1	0.194	17.0	260	1615	190	8.50
22	0.122	5.80	294	4540	86	14.8	0.095	6.20	320	4260	112	12.1
23	0.098	6.40	222	4210	92	12.1	0.158	3.80	360	4600	94	14.2
24	0.152	12.0	265	4150	186	11.4	0.091	18.0	265	1580	188	12.7
25	0.043	8.60	285	3940	165	11.9	0.078	4.60	412	4840	92	6.30
26	0.075	10.0	215	3630	192	6.20	0.069	5.20	274	2950	136	7.70
27	0.098	26.0	180	2650	395	1.22	0.098	26.0	146	1410	255	8.30
28	0.092	9.60	265	3860	110	7.10	0.080	18.0	165	1350	220	7.60
29	0.090	10.1	245	3750	160	5.60	0.097	24.0	140	1420	280	10.4
30	0.105	5.80	375	4250	86	14.4	0.048	21.0	172	1360	215	16.8
Min. Min.	0.043	4.20	180	1860	82	1.22	0.044	3.80	140	1350	85	5.10
Maks. Max.	0.155	28.0	385	4580	380	15.2	0.158	38.0	422	5100	310	16.8
Ort. Avg.	0.102	14.2	258	3449	202	8.10	0.093	12.7	260	2923	168	11.2
St. Sapma St. Deviation	0.029	7.71	53.6	859.0	98.5	4.68	0.028	7.98	83.8	1442	64.9	3.73
Çarpıklık kats. Skewness coef.	-0.030	0.36	0.80	-0.573	0.37	0.08	1.554	1.20	0.43	0.291	0.47	0.05
Basıklık kats. Kurtosis coef.	-0.041	-1.43	0.31	-0.836	-0.95	-1.48	5.768	1.98	0.81	-1.782	0.83	-1.31

Çizelge 3 Brokoli ve pırasa topraklarına ilişkin alınabilir bazı mikro besin element içerikleri
Table 3. Some micro nutrient contents of broccoli and leek soils

Örnek No Sample No	Brokoli Broccoli				Pırasa Leek			
	Alınabilir (mg kg ⁻¹) Available (mg kg ⁻¹)				Alınabilir (mg kg ⁻¹) Available (mg kg ⁻¹)			
	Fe	Zn	Cu	Mn	Fe	Zn	Cu	Mn
1	24.6	0.66	2.25	4.10	3.90	0.38	2.32	11.2
2	4.60	0.48	3.11	5.20	3.80	0.34	2.24	10.9
3	3.90	0.42	3.42	4.80	4.00	0.40	2.48	9.80
4	25.8	0.68	2.85	5.60	4.10	0.41	2.64	5.80
5	3.80	0.32	1.98	3.90	4.40	0.50	2.62	6.10
6	26.4	0.78	2.62	5.95	5.20	0.38	2.48	12.6
7	22.1	0.69	3.12	4.20	3.60	2.55	2.70	15.8
8	20.2	0.25	0.80	3.82	5.80	0.46	2.72	10.9
9	19.6	0.67	3.16	5.25	6.20	0.48	2.74	11.2
10	20.6	0.68	3.21	10.4	16.0	0.52	2.95	12.4
11	18.2	0.62	3.18	4.10	8.10	0.62	3.11	11.8
12	52.6	2.65	4.20	14.6	3.40	0.32	2.01	5.20
13	31.5	1.80	4.00	13.2	9.80	0.74	2.92	11.6
14	36.5	2.30	4.10	13.9	10.1	0.82	2.82	11.2
15	32.1	1.60	4.30	13.1	18.0	1.05	3.81	13.6
16	28.3	1.20	3.80	12.9	12.8	0.92	3.11	12.1
17	19.4	0.75	3.10	9.20	4.40	0.54	2.65	8.20
18	16.5	0.58	3.20	5.20	12.6	0.96	2.98	11.8
19	18.1	0.68	2.20	7.60	3.20	0.25	1.92	4.20
20	4.00	0.32	1.90	3.60	15.4	1.42	4.20	12.6
21	4.50	0.42	2.10	10.1	12.1	0.98	3.18	10.6
22	4.20	0.38	1.98	5.60	4.40	0.40	2.41	5.80
23	4.00	0.48	2.40	9.20	4.10	0.36	2.11	5.20
24	5.20	0.52	3.00	7.20	10.8	1.12	3.25	9.80
25	5.60	0.56	2.60	8.40	3.60	0.28	2.11	4.80
26	16.5	0.66	3.10	6.50	14.5	0.42	2.45	14.2
27	48.4	2.14	4.40	14.1	32.0	2.48	4.55	15.2
28	14.2	0.62	2.60	8.40	20.0	2.52	4.30	14.8
29	15.6	0.59	2.80	7.80	28.0	2.54	4.48	13.8
30	3.80	0.38	1.98	3.90	22.0	2.08	4.36	14.1
Min. Min.	3.80	0.25	0.80	3.60	3.20	0.28	1.92	4.20
Maks. Max.	52.6	2.65	4.40	14.6	32.0	2.55	4.48	18.8
Ort. Avg.	18.36	0.83	2.92	7.73	10.21	0.91	2.95	10.58
St. Sapma St. Deviation	13.19	0.62	0.83	3.58	7.71	0.75	0.76	3.40
Çarpıklık Kats. Skewness coef.	0.85	1.82	-0.16	0.67	1.30	1.41	0.92	-0.55
Basıklık Kats. Kurtosis coef.	0.55	2.28	0.15	-0.86	1.22	0.67	-0.13	-0.80

Yaprakların besin elementi içerikleri

Brokoli ve pırasa bitkilerinden alınan yaprakların bazı makro besin elementi içerikleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Brokoli bitkisine ait yaprak azot içerikleri; % 2.88 – 5.03 aralığında belirlenmiştir (Çizelge 4).

Brokoli bitkisinin baş oluşum dönemi için farklı araştırmacılar tarafından bildirilen, yaprakta azot yeterlilik düzeylerine göre (Reuter ve Robinson, 1986; Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014) incelenen brokoli bahçelerinin yaklaşık % 93'ü azotça yeterli (% 3.20 – 5.50) bulunmuştur. Pırasa yaprak

örneklerinin azot içerikleri ise % 4.34 – 5.42 arasında değişmiştir. Pırasa bitkisi yapraklarında olgunluk dönemi için Kacar ve İnal (2008) yapraklarda azotun yeterli düzeylerini %4.50-5.50; Reuter ve Robinson (1986) ise % 4.57 olarak bildirmişlerdir. Buna göre incelenen pırasa bahçelerinin yaklaşık % 83'ünün azotça yeterli beslendiği saptanmıştır. Her iki bitki çeşidinin de azot içerikleri, ait olduğu toprakların azot içerikleriyle de paralellik göstermiştir

Brokoli bitkisine ait yaprakların fosfor içerikleri; % 0.25 – 0.97 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Brokoli bitkisi baş oluşum döneminde Reuter ve Robinson (1986), yapraklarda yeterli fosfor miktarlarının % 0.30 – 0.70; Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014 ise % 0.30 – 0.75 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bildirilen değerlere göre yöre bahçelerinin % 90'ı fosforca yeterli durumdadır. Pırasa yapraklarının fosfor içerikleri ise % 0.28 – 0.49 arasında değişim göstermiştir. Kacar ve İnal (2008), olgunluk döneminde pırasa bitkisi yapraklarında yeterli fosfor düzeyinin % 0.30 – 0.45 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre incelenen pırasa bahçelerinin yaklaşık % 93'ünün fosforca yeterli durumda olduğu görülmüştür.

Brokoli bitkilerine ait yaprak potasyum içerikleri %2.15 - 4.02 arasında bulunmuştur (Çizelge 4).

Brokoli bitkisinin baş oluşum dönemi için farklı araştırcılar tarafından bildirilen, yaprakta potasyumun yeterli (% 2.0 - 4.0) miktarlarına göre; incelenen bahçelerin tamamı, potasyumca yeterlidir (Reuter and Robinson, 1986; Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014). Pırasa yapraklarının potasyum içerikleri ise % 3.29-5.58 arasında değişmiştir. Pırasa bitkisi yapraklarında olgunluk dönemi için farklı araştırcılar (Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014) tarafından bildirilen yaprakta potasyumun yeterli (% 3.5-5.0) düzeylerine göre,

incelenen pırasa bahçelerinin yaklaşık % 83'ünün potasyumca yeterli durumda olduğu görülmektedir.

Brokoli yapraklarının kalsiyum içerikleri % 1.37 – 2.79 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Reuter and Robinson (1986), brokoli bitkisi baş oluşum döneminde yaprakta kalsiyumun yeterli düzeyini % 1.0 – 2.50; Kacar ve İnal (2008) ve Kacar (2014) ise % 1.20 – 2.50 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Farklı araştırcılar tarafından bildirilen yaprakta kalsiyum yeterlilik düzeylerine göre, incelenen brokoli bahçelerinin yaklaşık %93'ü kalsiyumca yeterli düzeyde bulunmuştur. Yörede incelenen pırasa bahçelerine ait yaprakların kalsiyum içerikleri ise % 1.36 - 2.66 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). Reuter ve Robinson (1986), pırasa bitkisi yapraklarında olgunluk dönemi için yaprakta kalsiyumun yeterli miktarlarını % 1.60 olarak bildirirken; Kacar ve İnal (2008) ile Kacar (2014) ise % 1.5 – 2.2 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Buna göre; incelenen pırasa bahçelerinin tamamının kalsiyumca yeterli durumda olduğu saptanmıştır. Brokoli yapraklarının magnezyum içerikleri, % 0.20 – 0.80 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). İncelenen brokoli bahçelerinin yaklaşık % 83'ünün, baş oluşum dönemi için bildirilen yaprakta magnezyumun yeterli miktarlarına (% 0.23 – 0.75) göre (Kacar, 2014) magnezyum beslenmesi yönü ile yeterli olduğu görülmektedir. Pırasa yapraklarının magnezyum içerikleri ise % 0.29 – 0.45 arasında değişmektedir. Pırasa bitkisi yapraklarında olgunluk dönemi için farklı araştırcılar tarafından bildirilen yaprakta yeterli magnezyum miktarlarına (% 0.25 – 0.40) göre (Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014) incelenen pırasa bahçelerinin tamamı magnezyumca yeterli bulunmuştur.

Çizelge 4. Brokoli ve pırasa yapraklarına ilişkin bazı makro besin elementi içerikleri
 Table 4. Some macro nutrient contents of broccoli and leek leaves

Örnek No Sample No	Brokoli Broccoli						Pırasa Leek					
	N	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	N	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S
1	3.16	0.73	3.08	2.15	0.32	0.28	5.14	0.33	4.00	2.42	0.32	0.80
2	5.03	0.70	3.55	2.74	0.30	0.47	5.01	0.35	3.91	2.45	0.32	0.80
3	3.45	0.40	3.78	2.72	0.28	0.48	5.25	0.35	4.00	2.52	0.38	0.75
4	3.62	0.73	3.11	2.05	0.40	0.26	4.45	0.33	4.00	2.32	0.40	0.90
5	3.86	0.28	3.85	2.23	0.22	0.46	4.94	0.38	4.23	2.25	0.42	0.80
6	4.16	0.80	3.20	1.53	0.45	0.28	5.03	0.45	3.82	1.98	0.35	0.80
7	4.49	0.69	3.50	2.01	0.47	0.32	4.79	0.49	3.32	1.77	0.42	0.45
8	4.91	0.26	4.02	2.79	0.20	0.52	4.52	0.40	3.61	2.30	0.45	0.90
9	4.82	0.86	3.60	2.22	0.65	0.24	4.85	0.40	4.42	1.63	0.35	0.60
10	4.05	0.87	3.60	2.20	0.76	0.30	4.41	0.47	3.61	1.36	0.36	0.65
11	4.51	0.84	3.60	2.42	0.60	0.29	4.50	0.34	4.42	1.60	0.40	0.45
12	4.33	0.97	2.80	1.37	0.80	0.25	4.50	0.30	3.42	2.66	0.30	0.95
13	4.26	0.81	3.22	1.51	0.77	0.26	5.28	0.41	3.92	1.69	0.37	0.40
14	4.62	0.86	2.93	1.40	0.80	0.28	4.57	0.36	3.71	1.84	0.33	0.47
15	4.42	0.79	3.10	1.63	0.73	0.35	5.22	0.39	3.63	1.56	0.33	0.40
16	3.72	0.76	3.03	1.83	0.70	0.24	4.71	0.36	3.91	1.74	0.40	0.70
17	3.79	0.48	3.12	2.23	0.80	0.46	5.15	0.38	4.13	2.31	0.40	0.82
18	3.72	0.70	3.35	2.76	0.22	0.50	4.34	0.40	4.39	1.52	0.32	0.80
19	3.70	0.73	3.40	2.22	0.25	0.27	4.66	0.28	4.89	2.53	0.30	0.60
20	3.79	0.44	3.70	2.25	0.22	0.54	4.71	0.44	3.90	1.58	0.40	0.44
21	3.83	0.50	3.48	2.32	0.75	0.53	5.41	0.40	4.49	1.92	0.35	0.43
22	4.60	0.49	3.65	2.79	0.20	0.54	4.73	0.39	4.17	2.57	0.30	0.40
23	3.79	0.50	3.13	2.27	0.60	0.42	5.42	0.28	4.39	2.45	0.30	0.80
24	4.72	0.85	3.70	2.24	0.62	0.45	4.53	0.45	4.07	1.58	0.30	0.85
25	2.88	0.76	3.77	2.29	0.49	0.44	4.75	0.36	5.58	2.49	0.29	0.41
26	3.20	0.69	2.15	2.33	0.70	0.21	4.46	0.39	3.71	1.87	0.30	0.40
27	3.79	0.84	2.92	1.72	0.80	0.29	4.92	0.44	3.29	1.66	0.40	0.40
28	3.90	0.54	3.42	2.52	0.78	0.25	4.50	0.44	3.39	1.79	0.38	0.42
29	3.86	0.62	3.74	2.38	0.49	0.24	4.85	0.42	3.49	1.68	0.39	0.44
30	4.06	0.25	3.84	2.75	0.20	0.56	4.43	0.45	3.60	1.88	0.40	0.60
Min. Min.	2.88	0.25	2.15	1.37	0.20	0.21	4.34	0.28	3.29	1.36	0.29	0.40
Maks. Max.	5.03	0.97	4.02	2.79	0.80	0.56	5.42	0.49	5.58	2.66	0.45	0.90
Ort. Avg.	4.03	0.66	3.38	2.20	0.52	0.37	4.80	0.39	3.98	2.00	0.36	0.62
St. Sapma St. Error	0.53	0.20	0.40	0.42	0.23	0.12	0.32	0.05	0.49	0.39	0.05	0.19
Çarpıklık Kats. Skewness coef.	-0.02	-0.69	-0.95	-0.45	-0.18	0.33	0.46	-0.23	1.22	0.25	0.07	0.16
Basıklık Kats. Kurtosis coef.	-0.40	-0.49	1.57	-0.50	-1.61	-1.58	-0.96	-0.40	2.56	-1.47	-1.25	-1.65

Brokoli yaprakları kükürt (SO₄-S) içerikleri, % 0.20–0.57 arasında bulunmuştur (Çizelge 4). Bulgularımız, brokoli bitkisi yapraklarında, baş oluşum dönemi için bildirilen yeterli kükürt düzeylerine (% 0.30 – 0.75) göre (Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014), yöredeki brokoli bahçelerinin %50’si kükürt beslenmesi yönü ile yetersizdir. Pırasa yapraklarının kükürt (SO₄-S) içerikleri ise % 0.40 – 0.90 arasında tespit edilmiştir. Çeşitli

araştırmacılar tarafından pırasa bitkisi yapraklarında kükürdün yeterli düzeyi, % 0.30 – 0.75 olarak bildirilmiştir (Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014). Bildirilen yeterlilik düzeylerine göre, incelenen pırasa bahçelerinin yaklaşık % 43’ünün kükürtçe yetersiz beslendiği görülmüştür. İncelenen her iki bitki çeşidinin yapraklarında belirlenen N, P, K, Ca, Mg ve S içerikleri, aynı elementlerin topraklardaki alınabilir miktarları ile uyum göstermektedir.

Çizelge 5 Brokoli ve pırasa yapraklarına ilişkin bazı mikro besin elementi içerikleri
Table 5. Some micro nutrient contents of broccoli and leek leaves

Örnek No Sample No	Brokoli Broccoli				Pırasa Leek			
	mg kg ⁻¹							
	Fe	Zn	Cu	Mn	Fe	Zn	Cu	Mn
1	140	33.0	5.10	27.0	58.0	22.0	20.0	102
2	134	28.0	4.40	58.0	52.0	22.0	20.0	105
3	67.0	28.0	4.60	32.0	55.0	24.0	21.0	148
4	115	27.0	4.80	26.0	56.0	51.0	21.0	150
5	66.0	28.0	4.90	28.0	59.0	24.0	26.0	149
6	149	86.0	8.30	34.0	102	24.0	21.0	144
7	131	31.0	6.30	28.0	58.0	94.0	30.0	165
8	68.0	31.0	4.60	29.0	118	22.0	24.0	150
9	177	35.0	9.00	38.0	124	27.0	21.0	155
10	168	35.0	10.4	67.0	123	22.0	26.0	150
11	145	32.0	7.00	35.0	135	22.0	26.0	143
12	198	102	16.4	73.0	50.0	22.0	23.0	109
13	188	98.0	10.4	76.0	124	71.0	20.0	148
14	176	123	10.1	78.0	129	73.0	24.0	146
15	180	96.0	8.00	77.0	207	76.0	29.0	108
16	102	92.0	5.10	72.0	170	72.0	25.0	148
17	155	27.0	7.40	63.0	58.0	27.0	26.0	163
18	118	29.0	5.90	48.0	126	59.0	24.0	150
19	124	32.0	6.30	43.0	56.0	22.0	26.0	106
20	65.0	31.0	5.10	38.0	240	61.0	29.0	145
21	63.0	36.0	7.20	61.0	134	83.0	27.0	159
22	65.0	34.0	9.70	37.0	57.0	28.0	26.0	180
23	141	27.0	7.10	36.0	55.0	24.0	29.0	104
24	124	31.0	7.70	34.0	125	23.0	35.0	138
25	129	31.0	5.00	36.0	51.0	28.0	26.0	100
26	107	28.0	7.80	36.0	131	26.0	31.0	146
27	190	124	15.5	61.0	298	81.0	33.0	170
28	140	30	5.00	38.0	277	91.0	34.0	151
29	126	27	5.50	34.0	268	85.0	30.0	150
30	66.0	32	4.90	33.0	240	95.0	36.0	197
Min. Min.	63.0	27	4.40	26.0	50.0	22.0	20.0	100
Maks. Max.	198	124	16.40	78.0	298	95.0	36.0	197
Ort. Avg.	127	48	7.30	46.0	125	47.0	26.0	143
St. Sapma St. Deviation	42.3	32	3.00	17.4	76.0	27.8	4.57	24.2
Çarpıklık Kats. Skewness Coef.	-0.16	1.5	1.67	0.73	0.96	0.56	0.45	-0.32
Basıklık Kats. Kurtosis coef.	-0.97	0.6	2.96	-1.04	-0.10	-1.47	-0.50	-0.06

Brokoli ve pırasa yaprakları Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri Çizelge 5' de verilmiştir. Brokoli bitkilerine ait yaprak demir içerikleri; 63 - 198 mg kg⁻¹ arasında saptanmıştır. Bu verilere göre, incelenen bahçelerin yaklaşık % 77'sinin demirce yeterli (70-300 mg kg⁻¹) beslendiği görülmektedir (Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014). Pırasa yapraklarının demir içerikleri ise 50 - 298 mg kg⁻¹

arasında değişim göstermiştir. Pırasa bitkisi yapraklarında olgunluk dönemi için farklı araştırmacılar tarafından bildirilen yaprakta demir yeterlilik düzeylerine (60 - 300 mg kg⁻¹) (Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014) göre incelenen pırasa bahçelerinin yaklaşık % 60'ı demirce yeterli durumdadır.

Brokoli bitkilerine ait yaprak çinko içerikleri, 27 - 124 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). Kacar ve İnal (2008), brokoli bitkisinde baş oluşum döneminde yaprakta çinkonun yeterli miktarlarının 35 - 200 mg kg⁻¹ arasında olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre, yöredeki brokoli bahçelerin yaklaşık % 67'si çinko bakımından yetersizdir. Pırasa yapraklarının çinko içerikleri ise 22 - 95 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur. Farklı araştırmacılar, pırasa bitkisi yapraklarında olgunluk dönemi için bildirilen yeterli çinko miktarlarının; 25 - 100 mg kg⁻¹ arasında olduğunu bildirmişlerdir (Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014). Buna göre, incelenen pırasa bahçelerinin yaklaşık % 40'ı çinko bakımından yetersizdir.

Brokoli bitkileri yaprak bakır içerikleri; 4.40 – 16.4 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Kacar (2014), brokoli bitkisinde baş oluşum döneminde bakırın yeterli miktarını 4 - 15 mg kg⁻¹ olarak bildirmiştir. Brokoli bitkisi yapraklarında bildirilen bakır yeterlilik düzeylerine göre, yöredeki brokoli bahçelerin tamamı bakırca yeterli durumdadır (Çizelge 5). Pırasa yapraklarının bakır içerikleri ise 20 - 36 mg kg⁻¹ arasında tespit edilmiştir. Kacar ve İnal (2008) ile Kacar (2014), pırasa bitkisinin

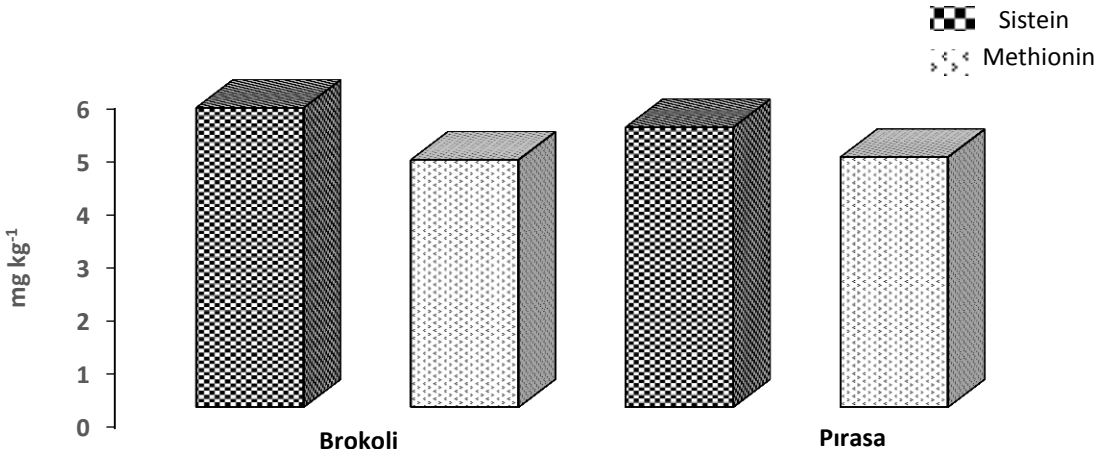
olgunluk döneminde yapraklarda yeterli bakır miktarlarının 15-35 mg kg⁻¹ olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre; incelenen pırasa bahçelerinin tamamının bakırca yeterli düzeyde beslendiği saptanmıştır (Çizelge 5).

Brokoli ve pırasa bitkilerinin yaprak mangan kapsamları sırasıyla; 26 - 78 mg kg⁻¹ ve 100-195 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Farklı araştırmacılar, brokoli bitkisinde baş oluşum döneminde yaprakta manganın yeterli sınır değerlerinin 25 - 200 mg kg⁻¹ pırasada ise 50-250 mg kg⁻¹ arasında (Kacar ve İnal, 2008; Kacar, 2014) olduğunu bildirmişlerdir. Bildirilen yeterlilik düzeylerine göre, yöredeki brokoli bahçelerin tamamı manganca yeterlidir (Çizelge 5).

Makro elementlere benzer olarak, her iki bitki çeşidine ait yaprakların mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn) içerikleri, ait oldukları topraklardaki elementlerin alınabilir miktarları ile uyumludur.

Bitki Örneklerinin Kükürlü Aminoasit İçerikleri

Brokoli ve pırasa bahçelerinden alınan bitki örneklerinin kükürlü aminoasit (sistein ve methionin) içerikleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Brokoli ve Pırasa Bitkilerine İlişkin Sistein ve Methionin Miktarları

Figure 1. Cysteine and Methionine Contents of Broccoli and Leek Plants

Şekilden de görüleceği üzere, brokoli bitkilerinin baş örneklerinde ortalama sistein ve methionin miktarları sırasıyla; 5.63 mg kg⁻¹, ve 4.65 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Ramirez ve Whitaker (1999), yaptıkları bir çalışmada, brokolide sistein miktarını 5.63 mg kg⁻¹, methionin miktarını ise 4.63 mg kg⁻¹ arasında belirlemişlerdir.

Farklı çalışmalarda brokoli bitkisinde benzer değerler elde edilmiştir (Ukai ve Sekiya, 1999). Pırasa örneklerinde ortalama sistein ve methionin içerikleri ise sırasıyla 5.26 mg kg⁻¹ ve 4.70 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Eppendorfer ve Eggum (1996) tarafından yapılan bir çalışmada, pırasa bitkisinde sistein miktarları 5.63 mg kg⁻¹,

methionin miktarları ise 4.63 mg kg⁻¹olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular ile diğer araştırmacılar tarafından bildirilen verilerle karşılaştırıldığında, birbirleriyle uyumlu oldukları görülmektedir.

Bitkilerin Besin Elementleri İle Aminoasit Miktarları Arasındaki İlişkiler

Brokoli ve pırasa bitkilerinin besin elementi içerikleri ile aminoasit miktarları arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları Çizelge 6'da verilmiştir. Brokoli bitkisinin yaprak K, Ca ve S içerikleri ile sistein ve methionin içerikleri

arasında pozitif ilişkiler; buna karşın yaprak P, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn miktarları ile ise negatif ilişkiler belirlenmiştir. Brokoli bitkisi yaprak N içerikleri ile amino asit içerikleri arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Pırasa bitkisinin ise söz konusu yaprak besin elementleri ile amino asit içerikleri arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir. İncelenen iki bitki çeşidinin yaprak besin elementleri ile bitki amino asit içerikleri arasındaki ilişkilerin farklı çıkmasının, tüketilen kısımlarının (amino asit analizi yapılan kısımlarının) farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 6. Bitki Besin Elementleri ile Aminoasit Miktarları Arasındaki İlişkiler

Table 6. The Relationships Between Plant Nutrients and Amino Acids Contents

Besin Elementi Nutrient Element	Brokoli Broccoli		Pırasa Leek	
	Sistein Cysteine	Methionin Methionine	Sistein Cysteine	Methionin Methionine
N	0.679 ö.d	0.715 ö.d	0.174 ö.d	0.066 ö.d
P	-0.708**	-0.750**	0.191 ö.d	0.056 ö.d
K	0.701**	0.773**	0.200 ö.d	0.292 ö.d
Ca	0.723**	0.747**	0.322 ö.d	0.260 ö.d
Mg	-0.647**	-0.676**	0.129 ö.d	0.175 ö.d
S	0.786**	0.758**	0.050 ö.d	0.042 ö.d
Fe	-0.687**	-0.728**	-0.219 ö.d	-0.149 ö.d
Zn	-0.439*	-0.492*	-0.092 ö.d	-0.203 ö.d
Cu	-0.440*	-0.495*	0.178 ö.d	0.208 ö.d
Mn	-0.440*	-0.483*	0.161 ö.d	0.076 ö.d

*: p≤0.05; **: p≤0.01; ö.d: Önemli değil

Sebzelerin amino asit içeriklerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar son derece sınırlıdır. Ancak farklı araştırmacıların farklı bitkilerin aminoasit içerikleri ile bitki besin maddesi içerikleri arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik yaptıkları çalışma sonuçları, araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile uyumludur.

Wang ve Daun (2006), baklagillerin aminoasit kompozisyonu, mineral madde miktarı, kimyasal bileşimi üzerine çevresel faktörlerin etkisi ile protein içeriğine çeşit etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; bitkilerin mangan, fosfor ve çinko içeriklerinin, protein içerikleri ile negatif bir ilişki içinde olduğunu bildirmişlerdir.

Adak (2009), mercimek bitkisinde kükürtlü gübrelemenin aminoasit miktarına etkisini araştırdığı çalışmasında, kükürt uygulamalarıyla aminoasit miktarının arttığını, en yüksek sistein

miktarının yüksek kükürt uygulamasında (0.136 g /100 g); en yüksek methionin aminoasit miktarının da 0.279 g /100 g kükürt uygulamasında elde edildiğini bildirmiştir.

Byers ve Bolton (1979), kükürt uygulanan topraklarda yetiştirilen buğday bitkisi tanelerinde methionin ve sistein miktarlarının artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, kükürt içeriği yüksek olduğu bilinen brokoli ve pırasa bitkilerinde, kükürtlü amino asitlerden sistein ve methionin miktarları ile besin elementleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; yöre toprakları genel olarak; hafif alkalın tepkimeli, kireçli, hafif bünyeli ve organik maddece fakirdir.

Yörede yetiştirilen brokoli bitkilerinin % 50'i pırasa bitkilerinin ise yaklaşık % 43'ü kükürtçe yetersizdir. Bu bağlamda; yöre topraklarının yüksek kireç içeriklerine bağlı oluşan alkali toprak reaksiyonlarında çözünemez forma geçen bazı besin elementlerinin alınımını arttırmak için kontrollü olarak toz kükürt kullanılması ve bünyelerinin hafif, organik madde içeriklerinin düşük olması nedeniyle de topraklarda düzenli periyotlarda organik gübre kullanılması önerilebilir.

Sebzelerin amino asit içerikleri ile besin elementleri içerikleri arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik araştırmaların sınırlı olması nedeniyle farklı ekolojilerde farklı bitki çeşitleri ile benzer çalışmaların yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Açıkgöz, N., Akkaş, Monghaddam, M.E. A& Özcan, K. (1993). TARİST PC ler için İstatistik ve Kantitatif Genetik Paketi. *Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Semp.* 19 Ekim 1993, s. 133, Konya.

Adak, S. (2009). Farklı Hasat Zamanları ve Kükürt Gübrelemesinin Mercimeğin (*Lens culinaris* Medik.) Aminoasit Bileşimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri. No: 2007 0711 003 HPD

Akalan, İ. (1965). Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 231, 332 s.

Anonim. (1993). Soil Survey Manual, Soil Survey Division Staff. United States Department of Agriculture, Handbook No:18, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C, USA. p. 410.

Anonim. (2002). Brokolinin Ülsere Etkisi. *Hasat Dergisi* Kasım 2002 s:27.

Bouyoucou, G.D. (1951). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soil. *Agronomy Journal*, 43, pp. 434-438.

Bozokalfa, M. K., Uğur, A., Kavak, S., Eşiyok, D. & Yağmur, B. (2003). Çinko sülfat Uygulamalarının Brokolide Verim Kalite ve Mineral Madde Miktarı Üzerine Etkisi. *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 08 Eylül 2003, Antalya.

Bremmer, J.M. (1965). Total Nitrogen, Editor C. A. Black, Methods of Soil Analysis Part II. American Society of Agronomy Inc., Publisher Madison, Winconsin, USA, P:1149-1178.

Byers, M. & Bolton, J. (1979). Effects of nitrogen and sulphur fertilizers on the yield, N and S content, and aminoacid composition of grain of spring wheat. *Journal of Science of Food and Agriculture* 30: 251-263

Eppendorfer, W.H. & Eggum, B.O. (1996). Fertilizer effects on yield, mineral and amino acid composition, dietary fibre content and nutritive value of leeks.

Plant Food for Human Nutrition 49:163-174 (February 1996) 1996 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Eşiyok, D. (1996). Bornova Koşullarında Yetiştirilmeye Uygun Brokoli Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 33(1):55-62. Bornova-İzmir.

Evliya, H. (1960). Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 36, 656s.

FAO, (1990). Micronutrient, Assessment at the Country Level: An International Study. *FAO Soil Bulletin by Sillanpaa*, Rome.

Fawzi, A.F.A. & El-Fouly, M.M. (1980). Soil and Leaf Analysis of Potassium in Different Areas in Egypt. Role of Potassium Crop Production, pp. 73-80, IPI, Bern.

Fox, R.L., Olson, R.A. & Rhoades, H. F. (1964). Evaluating the sulphur status of soils by plants and soil tests. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21:287-292.

Jackson, M.L. (1967). Soil Chemical Analysis. Univ of Nebraska, College of Agriculture, Dept. of Argon, Nebraska, USA.

Kacar, B. (1984). Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 900.

Kacar, B. (1995). Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. III. Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Zir. Fak. Eğt. Araş. ve Gel. Vakfı Yay. No: 3, Ankara. 705s.

Kacar, B. & İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241.

Kacar, B. (2009). Toprak Analizleri. Nobel Yayın No: 1387.

Kacar, B. (2014). Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri. Bitki Toprak ve Gübre Analizleri 2, Nobel Yayın No: 910.

Kellog, C. E. (1952). Our Garden Soils. the Macmillian Company. New York. Pages 232.

Lindsay, W. L. & Norvell, W. A. (1978). Development of A DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Science of America*, 42: 421-428.

MEGEP, Bahçecilik. (2013). Pırasa Yetiştiriciliği. TC. M.E.B. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sistemini Güçlendirme Projesi. <http://www.megep.meb.gov.tr/> Erişim tarihi: Aralık 2016.

Mustafa, A., Aman, P., Andersson, R. & Eldin, A. K. (2007). Analysis of free amino acids in cereal products. *Food Chemistry*, V: 105, I: 1.

Olsen, S. R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. & Dean, L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture; Washington.

Pratt, P. F. (1965). Potassium. Editor C. A. Black, Methods of Soil Analysis Part II. American Society of Agronomy Inc., Publisher Madion, Winconsin, USA, pp. 1022.

Ramirez, E.C. & Whitaker, J.R. (1999). Purification and Characterization of Sistein Lyase from Broccoli. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 47, No: 6.

Reuter, D. & Robinson, J. B. (Eds.), (1997). Plant analysis: an interpretation manual. CSIRO publishing.

Salunkhe, D.K. & Kadam, S.S. (1998). Handbook of vegetable science and technology: Production, composition, storage and processing. p. 721, Marcel Dekker, New York ISBN 0-8247-0105-4.

Schlichting, E. & Blume, H.P. (1966). Bodenkundliches Praktikum. Verlag Paul Parey. Hamburg- Berlin.

Scott, N. M., Dyson, P. W., Ross, J. & Sharp, G. S. (1983). Response of grassland to the application of sulphur

- at two sites in NE Scotland. *J. Sci. Food Agric.*, 34:357-361.
- TÜİK, 2016. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> Erişim: Aralık 2018.
- Ukai, K. & Sekiya, J. (1999). Rapid purification and characterization of sistein lyase b frombroccoli inflorescence. *Phytochemistry*, (51) 853-859.
- U.S. Soil Survey Staff. (1951). Soil Survey Manuel. Agriculture Research Administration. U.S. Dept. Agri., Handbook, No: 18.
- Ünsal, A.S. & Hayoğlu, G. (2018). The effects of canning process on the properties of marathon and sultan varieties of broccoli. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(3): 420- 430. DOI: 10.29050/harranziraat.4058 63
- Wielebski, F. (2015). The Role of Sulphur As a Factor Affecting Quantity and Quality of Yield of Winter Oilseed Rape. *Oilseed crops*, 36: 39-59.
- Yoldaş, F. & Eşiyok, D. (2004). Dikim Sıklığı, Ekim ve Dikim Zamanlarının Brokoli'de Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2004, 41 (2):37-48.
- Wang, N. & Daun, J. K. (2006). Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentils (*Lens culinaris*). *Food Chemistry*, 95 (3): 493-502.
- Zengin, M. (2012). Toprak ve Bitki Analiz Sonuçlarının Yorumlanmasında Temel İlkeler. In: Bitki Besleme (Ed. Karaman, M.R.), Gübretaş Rehber.



Evaluating of beef cattle performance and profitability using robust regression analysis

Besi sığırı performansının ve karlılığının dayanıklı regresyon analizi ile değerlendirilmesi

Hayati KOKNAROĞLU¹ , Sukru ACITAS^{2*} , Birdal SENOĞLU³ 

¹Department of Animal Science, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Turkey,

²Department of Statistics, Eskisehir Technical University, Eskisehir, Turkey,

³Department of Statistics, Ankara University, Turkey,

To cite this article:

Koknaroglu, H., Acitas, S. & Senoglu, B. (2019). Evaluating of beef cattle performance and profitability using robust regression analysis. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 277-286.
DOI: 10.29050/harranziraat.504857

Address for Correspondence:

Sukru ACITAS

e-mail:

sacitas@eskisehir.edu.tr

Received Date:

28.12.2018

Accepted Date:

21.06.2019

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



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

ABSTRACT

There are several variables affecting the beef cattle performance and profitability. In the related literature, regression analysis is performed to find the contribution of the variables on profitability in different managing systems. Least squares (LS) estimation method is mostly used in regression analysis. However, it is optimal when the distribution of the error terms is normal. In this study, we revise Koknaroglu et al. (2005) study in which regression analysis is used under normality assumption. Different from the mentioned study, we use a robust estimation method called M-estimation since the error terms do not follow a normal distribution according to Shapiro-Wilk normality test. We obtain parameter estimates and their standard errors along with the coefficient of determination. It is observed that the results obtained based on M-estimation are more reliable than their LS counterparts with respect to R^2 criterion.

Key Words: Beef cattle, Profitability, Regression, Robustness, M-estimation.

ÖZ

Besi sığırı performansını ve karlılığını etkileyen birkaç değişken vardır. İlgili literatürde, farklı yönetim sistemlerinde karlılığı etkileyen değişkenlerin katkısını bulmak için regresyon analizi kullanılmıştır. Regresyon analizinde çoğunlukla en küçük kareler (LS) tahmin yöntemi kullanılır. Ancak, bu yöntem hata terimlerinin dağılımının normal olması durumunda optimaldir. Bu çalışmada, normallik varsayımı altında regresyon analizinin kullanıldığı Koknaroglu ve ark. (2005) çalışması revize edilmiştir. Shapiro-Wilk normallik testine göre hata terimleri için normallik varsayımını sağlanmadığından, diğer çalışmadan farklı olarak, bu çalışmada, M-tahmini adı verilen dayanıklı/robust tahmin yöntemi kullanılmıştır. Belirleme katsayısı ile birlikte parametre tahminleri ve onların standart hataları elde edilmiştir. Sonuç olarak, R^2 kriterine göre, M-tahminine dayalı olarak elde edilen sonuçların, LS tahmin edicilerinden daha güvenilir olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Besi sığırı, Karlılık, Regresyon, Dayanıklılık, M-tahmini.

Introduction

Regression analysis is widely used statistical technique in most of the applied sciences. The linear regression model is given by

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

where y_i is the response, $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$ are the predictors, $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ are the model parameters and ε_i denote the random error term. This model can also be written by using alternative representations:

$$y_i = x_i' \beta + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

and

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (3)$$

where

$$y = [y_1 \ y_2 \ \dots \ y_n]', \quad x_i' = [1 \ x_{i1} \ x_{i2} \ \dots \ x_{ip}], \quad \beta = [\beta_0 \ \beta_1 \ \beta_2 \ \dots \ \beta_k]', \\ X = [1 \ x_1 \ x_2 \ \dots \ x_p], \quad 1 = [1 \ 1 \ \dots \ 1]' \text{ and } \varepsilon = [\varepsilon_1 \ \varepsilon_2 \ \dots \ \varepsilon_n]'$$

The model parameters are estimated using well-known least squares (LS) method. The idea underlying the LS method is to minimize the sum of the squares of error terms with respect to the parameters of interest. Then the well-known LS estimator is formulated by

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'y. \quad (4)$$

Traditionally, the error terms are assumed to be independently and identically distributed normal with mean zero and variance σ^2 in model (1). This assumption has a vital role in statistical inference, i.e. the LS estimators are the most efficient and the test statistics based on them are the most powerful under normality. However, nonnormality is more common in practical studies, see for example Geary (1947), Huber (1981), Islam and Tiku (2005), Senoglu (2005), Koknaroglu et al. (2008), Acitas et al. (2013a, 2013b), Acitas and Senoglu (2019). In the presence of nonnormality, the LS estimators may become inefficient. Furthermore, normal-theory test statistics are not reliable since they are no longer powerful.

Robust statistical methods are frequently used when existing of nonnormality. The aim of the

$$profit_i = \beta_0 + \beta_1 fedprice + \beta_2 feedgain + \beta_3 fe + \beta_4 corn + \beta_5 adg + \varepsilon_i \quad (5)$$

where i refers to the pen of cattle. See Koknaroglu et al. (2005) for detailed information on descriptions of the variables used in Model (5).

We revise Koknaroglu et al. (2005) study in which same model is used. Different than the mentioned study, we here use M-estimation method. The reason using M-estimation method is that the error terms do not follow a normal distribution according to Shapiro-Wilk normality test. It should be noted that we do not consider other assumptions regarding to regression model

robust statistical methods is to reduce the large effects of the outliers which cause nonnormality. This is done by giving small weights to the outlying observations. There are several robust estimation methods such as M (Huber; 1964, 1981), MM (Yohai, 1987), least median squares (LMS) (Rousseeuw, 1984), modified maximum likelihood (MML) (Tiku; 1967, 1968) and so on. M-estimation is the most widely used and popular method among them. See also Karadavut and Taşkın (2017) in which M estimation method is used for determination of outliers in Japanese quail body weight data.

In this study, we use model (1) to identify variables that affect beef cattle profitability. Main purpose of animal production is to make living by earning money thus, profitability is the driving force behind animal production. There are several documented variables affecting beef cattle performance and profitability (Koknaroglu et al., 2005). Thus finding contribution of variables on profitability in different managing systems becomes important. Then, the model is formulated by

(5) since our aim is to provide a different approach to explore the contribution of several variables on beef cattle profitability in terms of robust regression aspect by revising Koknaroglu et al. (2005).

The rest of the paper is organized as follows. Material and methods are given in section 2. Section 3 is reserved to the results and the discussion. The paper ends with a conclusion section.

Material and Methods

In this section, data structure, the results of Shapiro Wilk normality test and brief information about the M-estimation method are provided.

Data structure

Close-out information, consisting of data from cattle that were placed on feed between January 1988 and December 1997, which had been submitted by Iowa cattle producers using the Iowa State University Feedlot Performance and Cost Monitoring program, was examined to determine factors affecting beef cattle performance and profitability.

The model given in equation (5) is employed to identify variables that affect cattle feeding profitability. All of the variables used in model (5) are continuous. Detailed information on materials and methods on how data are obtained and categorized is provided in (Koknaroglu et al., 2005).

The effects of season, housing, sex, body weight (BW) and concentrate level on the profit are also considered. For this purpose, model (5) is applied for different levels of the following variables: season, housing, sex, BW and concentrate level. A brief information about these variables are given as follows. Season has four levels as known well: Winter, spring, summer and fall. Housing includes three levels named confinement, overhead shelter and open lot. Steers and Heifers are two levels of Sex. Initial BW has three levels: cattle weighing <273 kg, between 273 and 364 kg, and >364 kg and finally concentrate level consists of three levels: low (<75%), intermediate (between 75 and 85%), and high (>85%). Therefore, in total 15 regression models should be taken into account during the analysis.

M-estimation method

M-estimators of the model parameters are solutions of the following minimization problem:

$$\hat{\beta}_M = \operatorname{argmin}_{\beta} \sum \rho \left(\frac{y_i - x_i' \beta}{\sigma} \right) \quad (6)$$

where $\rho(\cdot)$ is the objective function. After taking derivative in equation (6) with respect to β and setting equal to zero, $\hat{\beta}_M$ can also be obtained as solution of the following equation:

$$\sum \psi \left(\frac{y_i - x_i' \beta}{\sigma} \right) x_i = 0 \quad (7)$$

where $\psi(\cdot) = \rho'(\cdot)$. It should be noted that LS estimators are obtained when $\rho(x) = x^2$. Different choices of $\rho(\cdot)$ function are considered to capture the robustness in the related literature. Indeed, $\rho(\cdot)$ function should satisfy some properties for the sake of robustness. These properties are given in Maronna et al. (2006) on page 31. Jureckova and Picek (2010) can also be seen for different $\rho(\cdot)$ functions.

In this study, we use Tukey's bisquare (biweight) function:

$$\rho(x) = \begin{cases} 1 - \left[1 - \left(\frac{x}{k} \right)^2 \right]^3 & \text{if } |x| \leq k \\ 1 & \text{if } |x| > k. \end{cases} \quad (8)$$

Therefore, $\psi(\cdot)$ function is obtained by

$$\psi(x) = \begin{cases} \frac{6}{k^2} x \left[1 - \left(\frac{x}{k} \right)^2 \right]^2 & \text{if } |x| \leq k \\ 0 & \text{if } |x| > k \end{cases} \quad (9)$$

Here, k is the robustness tuning constant which is used for adjusting the trade-off between the robustness and the efficiency. Therefore, it is taken as 4.68. Tukey's bisquare function is mostly used in robust statistical analyzes since ψ function is redescending, i.e. ψ tends to 0 for ∞ . The advantage of using a redescending ψ function is that it provides more robustness (Maronna et al., 2006). The plots of $\rho(x)$ and $\psi(x)$ functions are given in Figure 1.

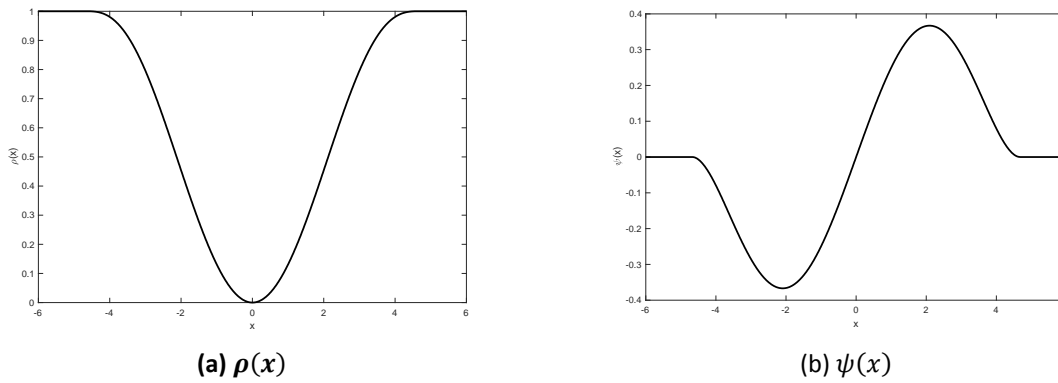


Figure 1. Plots of $\rho(x)$ and $\psi(x)$ functions
Şekil 1. $\rho(x)$ ve $\psi(x)$ fonksiyonlarının grafikleri

It is clear that solutions of equation (7) cannot be obtained explicitly. Therefore, numerical methods should be performed. In the related literature, iteratively reweighted least squares (IRLS) method is mostly utilized to compute the M-estimates, see for example Montgomery (2012). The computations in this study are done using “robustfit” function of MATLAB software. Robustfit function gives M-estimates of the model parameters in addition to robust estimate of the scale. We also compute the robust coefficient of determination (R^2) given by

$$R_w^2 = 1 - \frac{\sum w_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum w_i (y_i - \bar{y}_w)^2} \quad (10)$$

where

$$\bar{y}_w = \frac{1}{\sum w_i} \sum w_i y_i, \quad \hat{y}_i = y_i - x_i' \hat{\beta}_M$$

and w_i ($i = 1, 2, \dots, n$) are the weights, see Renaud and Victoria-Fesser (2010). Obviously, the higher values of R^2 implies better fitting.

Results and Discussion

In this part of the study, we first explore the normality of the data set. Then we analyze the data set using the M-estimation method and interpret the results.

Normality test results

In this study, we use the Shapiro-Wilk (1965), one of the widely used and the most powerful goodness of fit test, to explore the normality of the data set. The appropriate hypotheses are

stated as follows:

H0: The error terms have a normal distribution

H1: The error terms do not have a normal distribution

The test is conducted using LS residuals. Indeed, we first compute the LS estimates of the model parameters using equation (4) and then obtain the residuals based on them. The test is conducted in MATLAB using Oner and Deveci's (2017) code file which is available at the website provided in references.

As it is indicated previously, there are five variables. Model (5) is used for each level of these variables. Therefore, we have 15 regression models belonging to the different levels of season, housing, sex, body weight and concentrate level. Shapiro-Wilk test is carried out to LS residuals obtained from these 15 regression models. In other words, first LS residuals are obtained for each 15 regression models. Then, they are used to check the normality assumption via Shapiro-Wilk test. The results are given in Table 1. It reports value of the test statistics and the corresponding p –values.

The results are interpreted at $\alpha = 0.05$ significance level as follows. It is clear that the normality assumption is not satisfied for Winter, Spring and Summer while it is satisfied for Fall. For three levels of housing variable, the normality of the error terms is rejected. While the error terms are distributed normally for Heifers, the distribution is not normal for Steers. First two levels of BW, the normality assumption is satisfied. However, third level (>364) does not

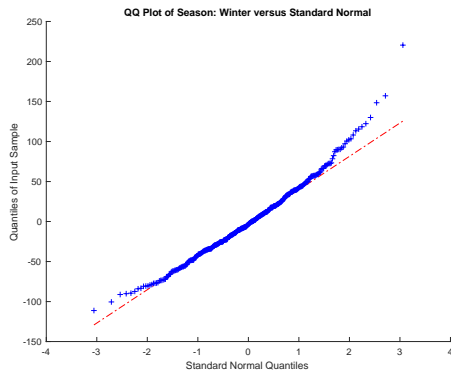
follow a normal distribution. For the concentrate levels (75 to 85 and >85), the normality

assumption is met. On the other hand, for the level <75, the null hypothesis is rejected.

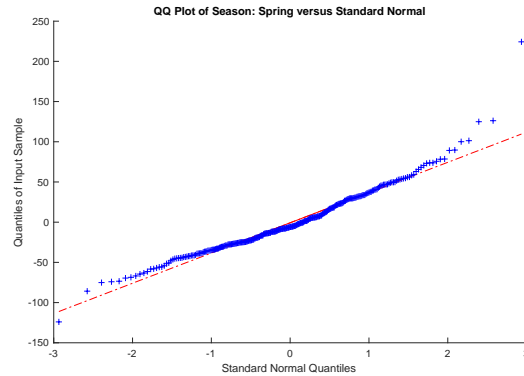
Table 1. Shapiro-Wilk normality test results

Çizelge 1. Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

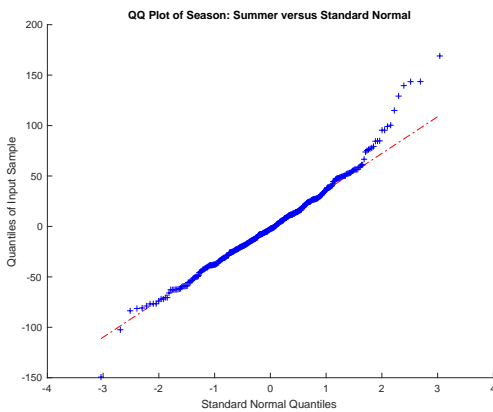
		Sample Size (Örneklem hacmi)	Test Statistic (Test İstatistiği)	p –value (p –değeri)	Not reject/Reject (Red değil/Red) (0/1)
Season (Mevsim)	Winter (Kış)	448	0.9798	0.0001	1
	Spring (İlkbahar)	300	0.9559	0.0001	1
	Summer (Yaz)	420	0.9769	0.0001	1
	Fall (Sonbahar)	685	0.9964	0.1171	0
Housing (Barınma)	Confinement (Kapalı ahır)	456	0.9089	0.0001	1
	Overhead shelter (Yarı açık ahır)	470	0.9930	0.0273	1
	Open lot (Açık ahır)	927	0.9929	0.0002	1
Sex (Cinsiyet)	Steers (Erkek Dana)	1429	0.9834	0.0001	1
	Heifers (Dişi Dana)	424	0.9942	0.1046	0
BW (Vücut Ağırlığı)	<273	371	0.9832	0.0003	1
	273 to 364	964	0.9699	0.0001	1
	>364	518	0.9947	0.0713	0
Concentrate Level (Yoğunluk Düzeyi)	<75	180	0.9895	0.2062	0
	75 to 85	1020	0.9928	0.0001	1
	>85	653	0.9505	0.0001	1



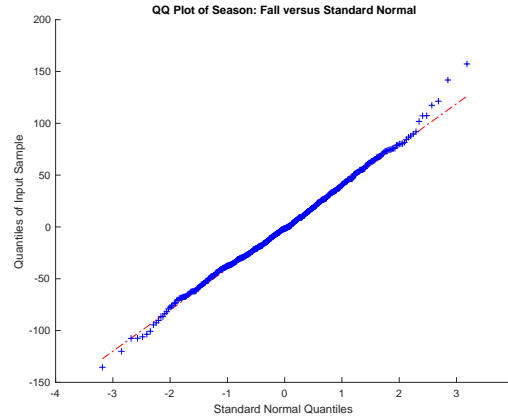
(a) Winter



(b) Spring



(c) Summer

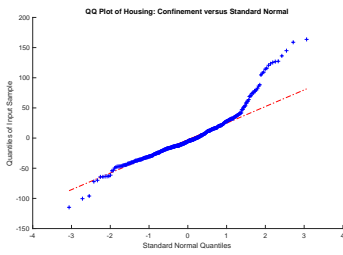


(d) Fall

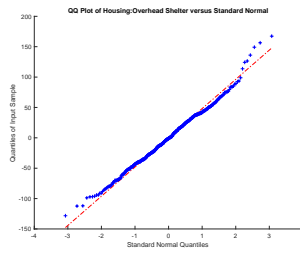
Figure 2. Q-Q plots for season
Şekil 2. Mevsim için Q-Q grafikleri

These results are also supported by Figures 2 - 6 in which Q-Q plots are given for all categories. It should be noted that the normality assumption is

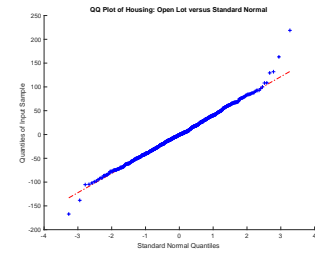
satisfied if the quantile pairs do not deviate too much from the straight line.



(a) Confinement

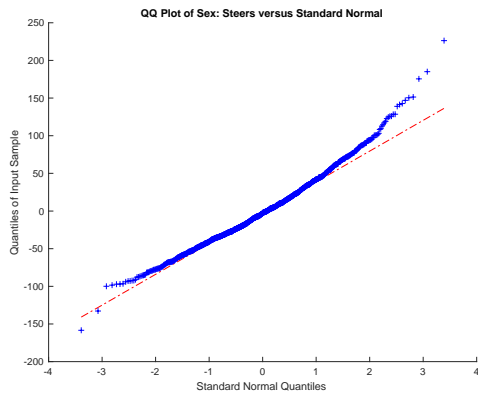


(b) Overhead shelter

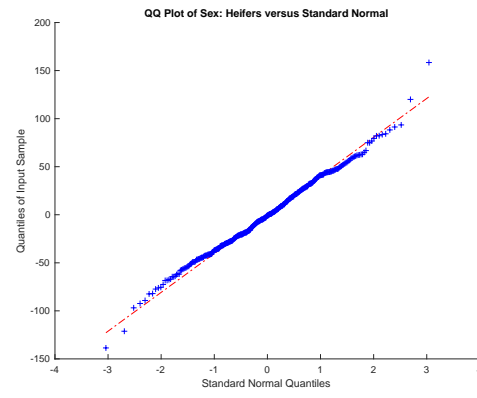


(c) Open lot

Figure 3. Q-Q plots for housing
Şekil 3. Barınak için Q-Q grafikleri

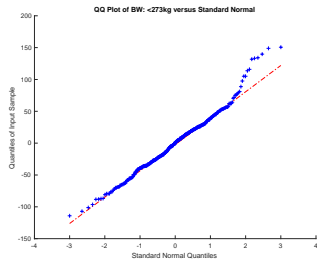


(a) Steers

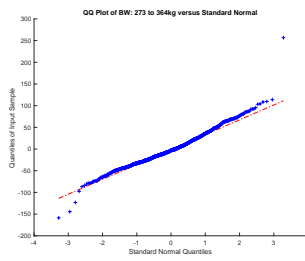


(b) Heifers

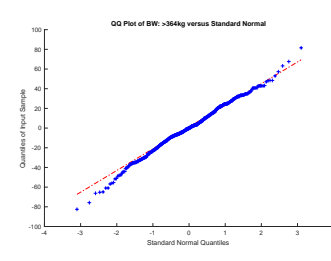
Figure 4. Q-Q plots for sex
Şekil 4. Cinsiyet için Q-Q grafikleri



(a) <273

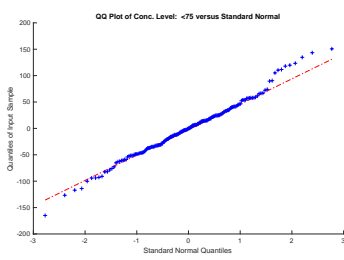


(b) 273 to 364

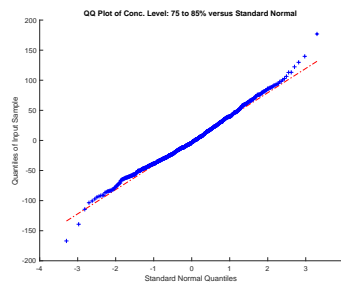


(c) >364

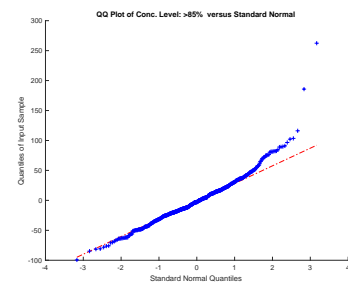
Figure 5. Q-Q plots for BW
Şekil 5. BW için Q-Q grafikleri



(a) <75



(b) 75 to 85



(c) >85

Figure 6. Q-Q plots for concentrate level
Şekil 6. Yoğunluk düzeyi için Q-Q grafikleri

Table 2. Estimated regression coefficients of the factors explaining profitability, $\hat{\sigma}$ and R^2 . The values given in parenthesis are the standard error of the regression estimatesÇizelge 2. Karlılığı açıklayan faktörler için tahmin edilmiş regresyon katsayıları, $\hat{\sigma}$ ve R^2 . Parantez içinde verilen değerler regresyon tahminlerinin standart hatalarıdır

			$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$	$\hat{\beta}_5$	$\hat{\sigma}$	$R^2(\%)$	
Season (Mevsim)	Winter (Kış)	LS	Coeff.	90.28	9.76	-4.90	-27.98	-29.65	-64.57	45.49	61
			SE	(63.46)	(0.43)	(0.29)	(3.36)	(5.55)	(17.02)		
		M	Coeff.	54.51	9.98	-5.12	-25.96	-27.52	-52.49	44.43	68
			SE	(62.10)	(0.42)	(0.28)	(3.28)	(5.43)	(16.65)		
	Spring (İlkbahar)	LS	Coeff.	86.54	10.46	-6.01	-27.90	-34.63	-25.22	39.63	67
			SE	(66.36)	(0.54)	(0.32)	(3.17)	(6.66)	(17.03)		
		M	Coeff.	60.65	11.11	-6.76	-24.74	-45.38	4.12	36.31	77
			SE	(61.41)	(0.50)	(0.30)	(2.93)	(6.17)	(15.76)		
	Summer (Yaz)	LS	Coeff.	-99.89	11.50	-5.40	-24.73	-21.85	-26.55	40.36	71
			SE	(56.74)	(0.43)	(0.23)	(2.45)	(6.66)	(11.91)		
		M	Coeff.	-93.99	12.37	-6.76	-20.67	-34.25	0.52	34.32	84
			SE	(48.98)	(0.37)	(0.20)	(2.12)	(5.75)	(10.28)		
Fall (Sonbahar)	LS	Coeff.	230.99	8.60	-4.68	-34.61	-41.47	-58.06	40.52	67	
		SE	(40.24)	(0.30)	(0.19)	(1.85)	(5.19)	(10.08)			
	M	Coeff.	235.02	8.64	-4.75	-35.19	-40.94	-57.56	40.72	72	
		SE	(40.44)	(0.30)	(0.19)	(1.86)	(5.21)	(10.13)			
Housing (Barınma)	Confinement (Kapalı ahır)	LS	Coeff.	207.38	9.60	-6.15	-31.94	-41.75	-34.17	37.02	74
			SE	(49.84)	(0.34)	(0.21)	(2.84)	(6.59)	(12.51)		
		M	Coeff.	136.07	10.29	-6.95	-27.72	-45.67	9.30	26.24	89
			SE	(36.59)	(0.25)	(0.15)	(2.09)	(4.84)	(9.18)		
	Overhead shelter (Yarı açık ahır)	LS	Coeff.	74.29	9.99	-4.45	-34.69	-20.65	-68.17	45.63	61
			SE	(62.99)	(0.42)	(0.28)	(2.88)	(6.52)	(15.30)		
		M	Coeff.	47.67	10.19	-4.53	-33.96	-20.29	-58.43	45.68	66
			SE	(63.06)	(0.42)	(0.28)	(2.89)	(6.53)	(15.32)		
	Open lot (Açık ahır)	LS	Coeff.	117.66	9.44	-4.98	-30.09	-30.55	-46.86	41.44	66
			SE	(37.15)	(0.27)	(0.18)	(1.63)	(3.71)	(8.72)		
		M	Coeff.	122.75	9.54	-5.19	-29.88	-31.21	-43.74	41.41	71
			SE	(37.12)	(0.27)	(0.18)	(1.63)	(3.71)	(8.72)		
Sex (Cinsiyet)	Steers (Erkek Dana)	LS	Coeff.	165.34	9.76	-5.22	-34.21	-33.06	-60.76	43.34	65
			SE	(33.23)	(0.23)	(0.15)	(1.60)	(3.48)	(8.17)		
		M	Coeff.	155.72	10.02	-5.52	-34.00	-33.22	-51.59	42.23	72
			SE	(32.39)	(0.22)	(0.15)	(1.56)	(3.39)	(7.97)		
	Heifers (Dişi Dana)	LS	Coeff.	3.38	9.33	-4.41	-25.26	-20.04	-36.36	38.77	66
			SE	(49.28)	(0.39)	(0.24)	(2.03)	(5.33)	(14.53)		
	M	Coeff.	-20.61	9.42	-4.41	-24.23	-19.32	-30.24	38.96	70	
		SE	(49.53)	(0.39)	(0.24)	(2.04)	(5.36)	(14.60)			

Table 2. (Cont.)

Çizelge 2. (Devamı)

			$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$	$\hat{\beta}_4$	$\hat{\beta}_5$	$\hat{\sigma}$	$R^2(\%)$	
BW (Vücut Ağırlığı)	<273	LS	Coeff.	-132.46	9.94	-3.84	-21.84	-37.18	35.73	44.08	64
			SE	(64.76)	(0.46)	(0.22)	(3.20)	(6.79)	(21.66)		
		M	Coeff.	-124.52	10.10	-3.85	-23.05	-42.95	38.39	42.83	70
				SE	(63.09)	(0.45)	(0.22)	(3.12)	(6.61)	(21.10)	
	273 to 364	LS	Coeff.	42.37	10.30	-5.86	-25.79	-39.63	5.93	36.48	74
				SE	(33.54)	(0.23)	(0.16)	(1.68)	(3.40)	(9.43)	
		M	Coeff.	22.60	10.52	-6.04	-24.20	-40.59	11.51	35.10	80
				SE	(32.32)	(0.22)	(0.16)	(1.62)	(3.28)	(9.09)	
	>364	LS	Coeff.	-16.96	11.42	-8.03	-16.97	-35.58	39.97	23.72	89
				SE	(31.54)	(0.22)	(0.16)	(1.42)	(3.43)	(7.77)	
		M	Coeff.	-0.99	11.57	-8.32	-16.55	-40.57	43.56	23.62	91
				SE	(31.41)	(0.22)	(0.16)	(1.42)	(3.42)	(7.74)	
Concentrate Level (Yoğunluk Düzeyi)	<75	LS	Coeff.	-19.63	10.86	-4.57	-29.20	-29.41	-33.59	53.36	60
			SE	(94.89)	(0.81)	(0.40)	(4.05)	(10.64)	(23.47)		
		M	Coeff.	-100.44	11.40	-4.52	-27.25	-27.50	-19.91	51.86	67
				SE	(92.68)	(0.79)	(0.39)	(3.95)	(10.39)	(22.92)	
	75 to 85	LS	Coeff.	104.35	9.70	-4.96	-31.08	-29.23	-48.68	40.59	67
				SE	(35.56)	(0.25)	(0.16)	(1.69)	(3.74)	(9.03)	
		M	Coeff.	83.55	9.69	-4.93	-30.18	-28.47	-41.02	40.73	71
				SE	(35.68)	(0.25)	(0.16)	(1.70)	(3.75)	(9.07)	
	>85	LS	Coeff.	159.23	9.88	-5.94	-32.44	-39.70	-26.98	35.62	74
				SE	(38.59)	(0.27)	(0.19)	(1.93)	(4.35)	(9.55)	
		M	Coeff.	172.36	10.43	-7.18	-28.60	-48.36	-1.34	29.18	87
				SE	(32.02)	(0.23)	(0.16)	(1.60)	(3.61)	(7.92)	

Regression analysis results

This section includes LS and M-estimates of the model parameters. Estimated regression coefficients of the variables explaining profitability are given in Table 2. Furthermore, LS and robust estimates of scale parameter ($\hat{\sigma}$) and the coefficient of determination (R^2) are provided in Table 2. The standard errors (SEs) are also given under the corresponding regression estimate in parenthesis. It should also be noted that robust estimate of scale parameter and standard errors for M-estimates of regression parameters are obtained from robustfit function. Following results can be deduced from Table 2.

Season

The normality assumption is not satisfied for Winter, Spring and Summer. Therefore, standard errors of the M-estimates are less than their LS

counterparts. Furthermore, $\hat{\sigma}_M < \hat{\sigma}_{LS}$ implies that robust linear regression model is more reliable. This conclusion is also supported by R^2 values, i.e. $R_M^2 > R_{LS}^2$. For the Fall, normality assumption is valid. Therefore, LS results are preferable here.

Housing

The normality assumption violated for three levels of housing variable. Therefore, M-estimates are more reliable for this case. This conclusion is obtained from the standard errors of the estimated regression coefficients and the standard deviation of the error terms. $R_M^2 > R_{LS}^2$ also implies to use robust statistical methods.

Sex

The distribution of the error terms is not normal for Steers. Therefore, robust statistical

methods should be used. The results show that standard errors of the M-estimates are less than those of LS estimates. However, LS estimates are more preferable for Heifers since normality assumption is satisfied for this case.

BW

First two levels of BW do not satisfy the normality assumption. Therefore, M-estimation method should be used to estimate the model parameters for these levels. Indeed, standard errors for M-estimates are smaller than their LS counterparts. This is also true for estimate of the scale parameter. The coefficient of determination for M-estimation is also higher. However, for the third level, LS estimates are more preferable since normality is satisfied.

Concentrate level

The normality assumption is satisfied for the first level (<75). Therefore, LS estimates should be preferred for this case. On the other hand, for the remaining levels (75 to 85% and >85%), the normality is not satisfied. Indeed, the M-estimates are more reliable for these cases.

Conclusion

Regression analysis is a widely used method in animal sciences. For example, the beef cattle performance and profitability can be determined using the regression analysis. The parameters of the linear regression model are frequently estimated using LS method. It is a well-known fact that LS method is optimal when the distribution of the error terms is normal. However, nonnormality of the error terms is more common in practice. The motivation for this study comes from this fact. Koknaroglu et al. (2005) evaluate the beef cattle performance using linear regression model under normality. However, in our analyzes, we find that normality is not satisfied for most of the cases. We therefore use robust regression methods, i.e. M-estimation. The advantage of using a robust method is that it is not sensitive to the outliers and also to the

nonnormality. Therefore, it gives more reliable results in presence of outliers and nonnormality.

References

- Acitas, S., Kasap, P., Senoglu, B. & Arslan, O. (2013a). Robust estimation with the skew t2 distribution. *Pakistan Journal of Statistics*, 29(4), 409-430.
- Acitas, S., Kasap, P., Senoglu, B. & Arslan, O. (2013b). One-step M-estimators: Jones and Faddy's skewed t-distribution. *Journal of Applied Statistics*, 40(7), 1545-1560.
- Acitas, S., & Senoglu, B. (2019). Ridge-Type MML Estimator in the Linear Regression Model. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 43(2), 589-599.
- Geary, R. C. (1947). Testing for normality. *Biometrika*, 34(3/4), 209-242.
- Huber, P. J. (1964). Robust estimation of a location parameter. *The annals of mathematical statistics*, 35(1), 73-101.
- Huber, P. J. (1981). *Robust statistics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Islam, M. Q. & Tiku, M. L. (2005). Multiple linear regression model under nonnormality. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 33(10), 2443-2467.
- Jureckova, J. & Picek, J. (2005). *Robust statistical methods with R*. Chapman and Hall/CRC.
- Karadavut, U. & Taşkın, A. (2017). Determination of Outliers in Growing Quail's Data with Different Sample Size. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(1), 99-111.
- Koknaroglu, H., Loy, D. D., Wilson, D. E., Hoffman, M. P. & Lawrence, J. D (2005). Factors affecting beef cattle performance and profitability. *The Professional Animal Scientist*, 21(4), 286-296.
- Koknaroglu, H., Turan C. & Toker, M. T. (2008). Animal science application of robust tests: effect of zeolite and initial weight on fattening performance of cattle. *Animal Science Papers and Reports*, 26(2), 107-115.
- Maronna, R. A., Martin, R. D. & Yohai, V. (2006). *Robust statistics: Theory and Methods*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A. & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Oner, M. & Deveci Kocakoc, I. (2017). JMASM 49: A Compilation of Some Popular Goodness of Fit Tests for Normal Distribution: Their Algorithms and MATLAB Codes (MATLAB). *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 16(2), 547-575.
- <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/60147-normality-test-package>.
- Renaud, O. & Victoria-Feser, M. P. (2010). A robust coefficient of determination for regression. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 140(7), 1852-1862.
- Rousseeuw, P. J. (1984). Least median of squares regression. *Journal of the American Statistical Association*, 79, 871-880.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*,

- 52(3/4), 591-611.
- Senoglu, B. (2005). Robust 2^k factorial design with Weibull error distributions. *Journal of Applied Statistics*, 32(10), 1051-1066.
- Tiku, M. L. (1967). Estimating the mean and standard deviation from a censored normal sample. *Biometrika*, 54, 155-165.
- Tiku, M. L. (1968). Estimating the parameters of normal and logistic distributions from censored samples. *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, 10(2), 64-74.
- Yohai, V. J. (1987). High breakdown-point and high efficiency robust estimates for regression. *The Annals of Statistics*, 15, 642-656.

1103 Paulsen anacı üzerine aşılana bazı sofralık üzüm çeşitlerinin açık köklü fidan randımanlarının belirlenmesi

Determination of open rooted seedlings yield of some table grape varieties grafted onto 1103 Paulsen rootstock

Tuba UZUN^{1*} 

¹Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 56000, Siirt/Türkiye

To cite this article:

Uzun, T. (2019). 1103 Paulsen anacı üzerine aşılana bazı sofralık üzüm çeşitlerinin açık köklü fidan randımanlarının belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 287-264.

DOI: 10.29050/harranziraat.519421

Address for Correspondence:

Tuba UZUN

e-mail:

tubauzun@siirt.edu.tr

Received Date:

30.01.2019

Accepted Date:

09.05.2019

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



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

ÖZ

Bu çalışma, Tokat Merkez ilçede bulunan "Kazova Vasfi Diren Tarım İşletmesi"nin bağ fidanı üretim tesisinde yürütülmüştür. Denemede, 1103 Paulsen Amerikan asma anacı üzerine aşılana sekiz sofralık üzüm çeşidi (Cardinal, Ata Sarısı, Uslu, Trakya İlkeren, Alphonse Lavallée, Hamburg Misketi, Çavuş, Yalova İncisi)'nin fidan randımanı belirlenmiştir. En yüksek fidan randımanı, Trakya İlkeren çeşidinde (% 98.53) belirlenirken; en düşük fidan randımanı, Hamburg Misketi çeşidinde (% 67.53) tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Amerikan asma anacı, Aşılı asma fidanı, Omega aşısı, Fidan randımanı

ABSTRACT

This study was carried out in the vine sapling production unit of "Kazova Vasfi Diren Agricultural Administration" located Tokat Central district. In the experiment, was determined sapling yield of eighth table grape varieties (Cardinal, Ata Sarısı, Uslu, Trakya İlkeren, Alphonse Lavallée, Hamburg Misketi, Çavuş, Yalova İncisi) grafted on 1103 Paulsen rootstock. While the highest sapling yield was determined in Trakya İlkeren variety (98.53%); the lowest sapling yield was determined in the Hamburg Misketi variety (67.53%).

Key Words: American vine rootstock, Grafted grapevine sapling, Omega grafting, Sapling yield

Giriş

Ülkemiz bağ alanlarının büyük bir kısmının filoksera (*Viteus vitifolii* Fitch.) zararlısıyla bulaşık olması nedeniyle (İlter ve ark., 1984), çoğu üzüm çeşidi kaybolma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır (Yayla, 2008). Asma köklerinden beslenen filoksera zararlısı 1863 yılında, Fransa'dan başlayarak tüm Avrupa ve Türkiye bağlarına yayılmıştır. Toprağın ilaçlanması, bağların su altında bırakılması ve karantina tedbirleri gibi önlemler filokseranın zarar verdiği bağların yeniden kurtarılması için denenmiş, ancak olumlu

bir sonuç alınamamıştır. 1869 yılında Fransız bağcı Laliman yapmış olduğu araştırmalarda, bazı Amerikan asma anaçlarının filokseraya mukavemetinin yüksek olduğunu görmüş, kültür çeşitlerini bu anaçlar üzerine aşılama ve başarılı sonuçlar almıştır (Winkler ve ark., 1974). Bu nedenle kârlı bir üzüm yetiştiriciliği için, bu zararlıya dayanıklı olan Amerikan asma anaçlarının kullanımı zorunludur (Çelik ve ark., 1998; Çelik, 2007). Kaliteli üzüm üretimi amacıyla planlanan tesislerde, modern bağcılığın temel koşulu, ismine doğru, fidan üretim materyali ile taşınan virüs ve virüs benzeri hastalık ve

zararlılardan arı, sağlıklı ve kaliteli, yani sertifikalı asma fidanlarının kullanımınıdır. Sertifikalı fidan üretim ve denetim sistemlerinin oluşturulması aşamalarının bütünü olan fidan sertifikasyonu, ülkemizde çözüm bekleyen bir sorundur (Söylemezoğlu ve ark., 2010).

Aşıda başarı denildiğinde, iki bitki parçasının birleşme noktasında öncelikle anaçtaki kambiyumdan meydana gelen ve parankimatik doku yığını halinde olan yara dokusunun (kallus) farklılaşarak iki bitki parçası arasındaki iletim demetlerinin birleşmesinin sağlanması anlaşılmaktadır (Janick, 1986). Anaçların, üzerine aşılandıkları çeşitle olan afinitesi sadece fidan randımanını değil, çeşidin bağda göstereceği verim ve kalite düzeyini de etkilemektedir (Kısmalı, 1978). Fidanlık şartlarında yapılan üretimde, kayıpların en aza indirilmesi ve üstün nitelikli fidan elde edilebilmesi için, uygun anaç ve çeşit/anaç kombinasyonlarının seçilmesi büyük önem taşımaktadır.

Eriş ve ark. (1989)'nın bildirdiğine göre; fidan üretiminde randıman ve kaliteyi arttırmak için, kalem/anaç arasındaki kallus bağlantısının çok iyi olması gerekmektedir. Baydar ve Ece (2005) yaptıkları çalışmada, fidan randımanı ve kalitesinin kullanılan çeşit/anaç kombinasyonlarına göre değiştiğini belirtmişlerdir.

Karauz ve Çelik (2007), Razakı ve Trakya İlkeren üzüm çeşitlerinden değişik dönemlerde alınan aşı kalemlerinde, gözlerin uyanması ve kallus gelişimi üzerine soğukta muhafazanın etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, soğuk hava muamelesinden geçirilen aşı kalemleri ile ürettikleri aşı fidanların, kontrole kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Bhujbal (1993), Dog Ridge, 1103P, 41B, SO4 ve Salt Creek anaçları ve Thompson Seedless çeşidini kullandıkları çalışmada, en iyi köklenme ve aşı tutum oranını 1103P anacının verdiğini belirlemiştir.

Kahraman ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada, 1103 Paulsen anacı ile Cardinal ve Alphonse Lavallée üzüm çeşitlerinin aşı tutma ve kaynaşma oranlarının yüksek olduklarını bildirmişlerdir. Ancak Alphonse Lavallée/1103 P

kombinasyonunun fidan randımanının düşük olduğu kaydedilmiştir. 1103 Paulsen anacı ile Uslu ve Yalova İncisi üzüm çeşitlerinin kombinasyonlarında ise sürgün boyunun iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Dardeniz ve Şahin (2005) 5BB, 140Ru, 41B ve 1103P anaçları üzerine Uslu ve Yalova İncisi üzüm çeşitlerini aşılamışlardır. En yüksek aşı odası randımanları 140Ru, 1103P ve 5BB anaçları üzerine aşı Uslu çeşidinden sırasıyla %98,75, %96,27 ve %92,63 olarak elde edilirken, en yüksek fidan randımanı 41B ve 5BB üzerine aşı Uslu çeşidinde sırasıyla %44,61 ve %37,47 olarak belirlenmiştir.

Ağaoğlu ve Çelik (1982) çalışmalarında, Hafızali, Hamburg Misketi ve Hasandede üzüm çeşitlerini Kober 5BB ve 99R anaçları üzerine aşılamış ve toplam fidan randımanının %20-60 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Günen (2008), Syrah ve Cabernet Sauvignon çeşitlerinin beş farklı anaçla olan kombinasyonlarını açık ve örtü altında kıyasladıkları çalışmada, ortamın istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığını tespit etmiştir. En yüksek başarıyı Syrah çeşidinde birinci yıl %91.67, ikinci yıl %60.42 ile 1103 Paulsen; Cabernet Sauvignon çeşidinde ise birinci yıl %90.08, ikinci yıl %63.33 ile yine 1103 Paulsen anacında elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Cangi ve ark. (2000), aşıda başarı oranı (%) ve kallus gelişim düzeyi (0-4) bakımından, su ve talaş ortamlarını, ponza ortamına kıyasla daha başarılı bulmuşlardır. Su ortamının dikilebilecek nitelikte aşı çelik sayısı yönünden en yüksek, ponza ortamının ise en düşük değerleri sağladığını bildirmişlerdir. Kelen (1994), su ve talaş ortamında kaynaştırmaya alınan aşı çeliklerde aşıda başarı yönünden ortamlar arasında önemli bir farklılık bulunmadığını, kallus gelişim düzeyi bakımından ise talaş ortamının daha iyi sonuç verdiğini bildirmektedir.

Bu çalışmada; ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan 1103 P Amerikan asma anacı üzerine aşı, ticari değeri yüksek olan sofralık çeşitlerden olan Cardinal, Ata Sarısı, Uslu, Trakya İlkeren, Alphonse Lavallée, Hamburg Misketi,

Çavuş ve Yalova İncisi üzüm çeşitlerinin açık köklü fidan randımanının saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, Tokat Merkez ilçede bulunan Kazova Vasfi Diren Tarım İşletmesi'nin bağ fidanı üretim tesisinde 2017 yılında yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak ülkemizin birçok yöresi için önerilen 1103 P Amerikan Asma Anacı ile Cardinal, Ata Sarısı, Uslu, Trakya İlkeren, Alphonse Lavallée, Hamburg Misketi, Çavuş ve Yalova İncisi üzüm çeşitleri kullanılmıştır.

Roux (1988)'un bildirdiği gibi bir yıllık dalların iyi odunlaşmış orta kısımlarından alınan çubuklar tek gözlü kalemler halinde kesilerek, kalınlıklarına göre sınıflandırılmış (7-8 mm, 9-10 mm ve 11-12 mm kalınlıklarda)'tır. Daha sonra Kurşuni küf (*Botrytis cinerea*)'e karşı 500 g/l Fenhexamid etken maddeli ilaçlı su ile nemlendirilmiş perlitle harmanlanarak polietilen plastik torbalar içerisinde aşı dönemine kadar; +4°C sıcaklıkta soğuk hava deposunda muhafaza edilmişlerdir (Şekil 1).



Şekil 1. Soğuk hava deposuna kaldırılmak üzere hazırlanmış aşı kalemleri
Figure 1. Prepared scion cuttings for storage in the cold storage room

Anaçlara ait çelikler, aşıdan kısa bir süre önce altta bir göz bulunmak üzere 30 cm boyunda kesilerek kalınlıklarına göre sınıflandırılmış (7-8 mm, 9-10 mm ve 11-12 mm kalınlıklarda)'tır. Şekil 2'de görüldüğü gibi en alttaki göz hariç diğer gözler köreltilmiş ve 100'erlik demetler haline bağlanarak aseptik çuvallara konularak soğuk hava deposuna kaldırılmıştır.

Aşılama öncesi soğuk hava deposundan

çıkarılan kalemler (üzerindeki perlitten yıkanarak arındırılmış) ve anaçlar üç gün dışarıda (kapalı bir alanda) bekletilmiştir. Anaçlar iki gün (48 saat), çeşitlere ait kalemler ise bir gün (24 saat) suyla dolu varil ve havuzlar içerisinde bekletilmiştir (Şekil 3). Bu işlemin tamamlanmasına son 6 saat kala sadece kalemlerin bekletme suyuna mantari hastalıkların gelişmesini önlemek amacıyla % 50 Benomyl etkili ilaçlarla dezenfekte edilmiştir.



Şekil 2. Anaçlara uygulanan işlemler
Figure 2. Processes applied to rootstock



Şekil 3. Aşı Kalemi ve anaçlara uygulanan aşı öncesi ön hazırlıklar

Figure 3. Pre-preparations applied before the grafted to the scion cuttings and rootstocks

Denemede masabaşı omega aşısı ile 1103 Paulsen Amerikan asma anacı üzerine Cardinal, Ata Sarısı, Uslu, Trakya İlkeren, Alphonse Lavallée, Hamburg Misketi, Çavuş ve Yalova İncisi olmak üzere sekiz sofralık çeşit 3 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 500 adet aşılı çelik olmak üzere toplam 12.000 adet aşılı çelik hazırlanmıştır. Aşılama işleminden hemen sonra aşılı çeliklerin üstten yaklaşık 6 cm'lik kısımlarına %1-5 arasında

balmumu, vazelin, reçine, bitümen, zift, mineral yağ gibi maddelerin yanısıra, etkili oranda fungusit ve oksin katılarak hazırlanmış, 82°C'de eritilen ticari parafin kullanılarak parafinleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Parafinleme işleminden hemen sonra aşılı çelikler çimlendirme ortamı olarak ince kavak talaşı içerisinde Richter sandıklarına dizilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Omega aşının yapılışı, parafinleme ve Richter sandıklarına aşılı çeliklerin dizilişi

Figure 4. Making of omega grafting, waxing and arrange of grafted cuttings in Richter crates

Richter sandıklarına dizilen aşılı çelikler kaynaştırma odasında kaynaştırmaya alınmıştır. Kaynaştırma odası koşulları: 3 gün 28-29°C, 15 gün 25-26°C ve 3 gün 22-24°C; nem oranı %90-95; 6-12 saatte bir havalandırma (Çelik, 1982; Akman ve İlgin, 1991) olacak şekilde düzenlenmiştir. 21 gün Richter sandıkları içerisinde kaynaştırma odasında kalan aşılı çelikler

dışarıya çıkarılarak 2 gün kapalı bir ortamda bekletilmiştir. Sandıklar açılarak, temizlenmiş ve çepeçevre kallus gelişimi sağlanmış aşılı çeliklere ikinci parafinleme yapılmıştır. Daha sonra su dolu havuzlarda 12 saat (bir gece) bekletilen aşılı çelikler, sudan çıkarılarak 2 saat dinlendirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Kaynaştırma odası sonrası yapılan işlemler

Figure 5. Processes applied after callusing room

Araziye almadan hemen önce aşılı çeliklere 2000 ppm IBA (indole-3 butyric acid) uygulanmış ve daha önceden plastik malç serilerek

hazırlanmış masuralara aşılı çeliklerin dikimi SAxSÜ=20 cm x 10 cm olacak şekilde çift sıralı olarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Aşılı çeliklerin araziye dikimi
Figure 6. Planting of grafted cuttings

Yaprak dökümünü takiben 20 Kasım'da fidanlar araziden sökülmüştür. Satışı yapılabilecek 1. ve 2. boy fidanlar sayılarak sekiz sofralık üzüm çeşidinin 1103 Paulsen Amerikan asma anacı ile olan fidan randımanı % olarak belirlenmiştir.

$$FR = \left[\frac{SSFM}{AÇM} \right] \times 100 \dots \dots (1)$$

Eşitlikte; FR= Fidan Randımanı (%), SSFM= Satışa Sunulan Fidan Miktarı (adet), AÇM= Aşılı Çelik Miktarı (adet)'dir.

İstatistiksel analiz

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Veriler varyans analizi ile analiz edildikten sonra,

ortalamalar arasındaki fark % 1 düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir. Analizde JMP paket programı kullanılmıştır. İstatistiksel farklılık, verilerin sağ tarafında küçük harfle gösterilmiştir.

Standart Hata (SH)

Çalışmada elde edilen tüm verilerin kendi içinde karşılaştırılabilmesi için standart hata hesaplaması yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda elde edilen veriler Çizelge 1'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 1. Çeşitlerin 1103 Paulsen Amerikan asma anacı ile olan fidan randımanı

Table 1. Sapling yield of varieties with 1103 Paulsen American vine rootstock

Çeşitler Varieties	Anaç rootstock	AÇM (adet) AGC (amount)	SSFM (adet) ASOS (amount)	KGGAÇM (adet) AGCWCG (amount)	FR (%) RSY (%)	KGGAÇO (%) RGCWCG (%)
Cardinal		500	429.67±4.63 c	70.33±4.63 d	85.93±0.93 c	14.07±0.93 d
Ata Sarısı		500	451.67±4.06 b	48.33±4.06 e	90.33±0.81 b	9.67±0.81 e
Uslu		500	374.33±2.60 e	125.67±2.60 b	74.87±0.51 e	25.13±0.51 b
Trakya İlkeren	1103	500	492.67±1.76 a	7.33±1.76 f	98.53±0.35 a	1.47±0.35 f
Alphonse Lavallée	Paulsen	500	368.00±4.04 e	132.00±4.04 b	73.60±0.81 e	26.40±0.81 b
Hamburg Misketi		500	337.67±3.28 f	162.33±3.28 a	67.53±0.66 f	32.47±0.66 a
Çavuş		500	410.67±1.76 d	89.33±1.76 c	82.13±0.35 d	17.87±0.35 c
Yalova İncisi		500	422.33±4.91 cd	77.67±4.91 cd	84.47±0.98 cd	15.53±0.98 cd

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre P<0,01 düzeyinde farklılık vardır. AÇM: Aşılı Çelik Miktarı, SSFM: Satışa Sunulan Fidan Miktarı, KGGAÇM: Kallus Gelişimi Görülmeyen Aşılı Çelik Miktarı, FR: Fidan Randımanı, KGGAÇO: Kallus Gelişimi Görülmeyen Aşılı Çelik Oranı

Mean ± SD. There are differences between the means indicated by different letters in the same column according to the Tukey Multiple Comparison Test (P<0,01). AGC: Amount of Grafted Cuttings, ASOS: Amount of Saplings Offered for Sale, AGCWCG: Amount of Grafted Cuttings Without Callus Growth, RSY: Ratio of Saplings Yield, RGCWCG: Ratio of Grafted Cuttings Without Callus Growth

Satışa sunulan açık köklü açık asma fidanı miktarı, en fazla 492.67 adet ile Trakya İlkeren/1103 Paulsen kombinasyonunda olurken, en az 337.67 adet ile Hamburg Misketi/1103 Paulsen kombinasyonunda olmuştur. Satışa sunulan aşılı asma fidanı miktarı bakımından çeşitler arasında %1 düzeyinde istatistiksel bir fark tespit edilmiştir. Alphonse Lavallée ile Uslu çeşitleri arasında ise istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Fidan randımanı ise, en fazla % 98.53 ile Trakya İlkeren/1103 Paulsen kombinasyonunda görülürken, en az % 67.53 ile Hamburg Misketi/1103 Paulsen kombinasyonunda saptanmıştır.

Kallus gelişimi görülmeyen aşılı çelik miktarı, en çok 162.33 adet ile Hamburg Misketi /1103 Paulsen kombinasyonunda, en az 7.33 adet ile Trakya İlkeren/1103 Paulsen kombinasyonunda belirlenmiştir. Kallus gelişimi görülmeyen aşılı çelik miktarı bakımından çeşitler arasında % 1 düzeyinde istatistiksel bir fark tespit edilmiştir. Alphonse Lavallée ile Uslu çeşitleri arasında ise istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. Kallus gelişimi görülmeyen aşılı çelik oranı ise, en çok % 32.47 ile Hamburg Misketi/1103 Paulsen kombinasyonunda olurken, en az % 1.47 ile Trakya İlkeren/1103 Paulsen kombinasyonunda tespit edilmiştir.

Isparta koşullarında farklı çeşit/anaç kombinasyonlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada, aşılı asma fidanları omega masa başı aşısıyla üretilmiştir. Alphonse Lavallée/1103 Paulsen kombinasyonunun aşılı tutma oranının % 98.32 olarak belirlenmiştir (Baydar ve Ece, 2005). Çalışmamızda elde ettiğimiz Alphonse Lavallée/1103 Paulsen kombinasyonunun aşılı tutma oranı, bu çalışma sonuçlarının gerisinde kalmıştır.

1103 Paulsen, 5BB ve S04 köklü anaçları üzerine Alphonse Lavallée ve Cardinal üzüm çeşitlerini aşılaman Çelik ve Gider (1991), aşılı başarısının çeşit/anaç kombinasyonuna göre değiştiğini ve en yüksek başarıyı % 98.08 ile Cardinal/1103P kombinasyonundan elde ettiklerini belirtmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar paralellik göstermektedir.

Kavak (2006) Mycorrhiza ve humik asit uygulamalarının fidan randımanı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, kontrol grubu aşılı çeliklerde en yüksek aşılı başarısını % 70.00 ile Yalova İncisi/1103P kombinasyonunda elde etmiştir. Çalışmamızda bu araştırmacının elde ettiği aşılı başarısının üzerinde bir başarı oranı elde edilmiştir.

İşçi ve Altındışli (2006) köklü Amerikan asma anaçlarına yerinde kakma aşılı yaptıkları çalışmalarında, Trakya İlkeren çeşidinin aşılı tutma yüzdesini 41 B anacı ile olan interaksiyonunda %100, 110 R anacında % 81 olarak saptamışlardır. Yine aynı çalışmada Alphonse Lavallée çeşidinin aşılı tutma yüzdesini 41 B anacı ile olan interaksiyonunda % 96, 110 R anacında % 87 olarak tespit etmişlerdir. Oysa, çalışmamızda elde ettiğimiz Trakya İlkeren/1103 Paulsen kombinasyonunun aşılı tutma oranı % 98.53, Alphonse Lavallée/1103 Paulsen kombinasyonunun aşılı tutma oranı % 73.60 olarak belirlenmiştir.

Alço ve ark. (2015) farklı çeşit/anaç kombinasyonlarını araştırdıkları çalışmalarında, 5 BB anacına aşılaman Cardinal, Merlot ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinin aşılı odası randımanlarını, 2012 yılında sırasıyla % 99.50, 99.75 ve 99.50; 2013 yılında ise sırasıyla % 74.25, 70.50 ve 86.75 olarak belirlemişlerdir. Aynı üzüm çeşitlerinin 110R anacı üzerine aşılamanıyla aşılı odası randımanlarını, 2012 yılında sırasıyla % 96.50, 98.75 ve 98.75; 2013 yılında ise sırasıyla % 97.75, 96.25 ve 86.25 olarak saptamışlardır.

Çakır ve Yücel (2016) 1103 Paulsen anacı üzerine aşılı Narince ve Kalecik Karası üzüm çeşitlerinin aşılı performansını belirledikleri çalışmalarında, kallus oluşumunu Narince çeşidinde % 77, Kalecik Karası çeşidinde % 60 olarak tespit etmişlerdir. 1103 Paulsen anacının diğer çeşitlerle olan aşılı kombinasyonu incelediğimiz çalışmamızda ise birçoğunun bu çalışmada elde edilen sonuçlardan daha yüksek bir aşılı performansı gösterdiği belirlenmiştir.

Günen ve Altındışli (2017), Cabernet Sauvignon çeşidinin üç farklı anaçla olan kombinasyonlarını açık ve örtü altında kıyasladıkları çalışmalarında, ortamın istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip

olmadığını ve en yüksek aşı başarısının birinci yıl % 90.08, ikinci yıl % 63.33 ile 1103 Paulsen anacında elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Yağcı ve Gökaynak (2016) Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin farklı anaçlar üzerindeki fidan randımanını araştırdıkları çalışmalarında, 110 R, 140 Ruggeri, 1613 C, 5 BB ve Ramsey anaçlarını kullanmışlar ve toplam fidan randımanını sırasıyla % 51.5, 40.4, 50.3, 57.3 ve 50.2 olarak belirlemişlerdir.

Sonuç

Filoksera zararlısının ülkemiz bağ alanlarına girmesiyle yerli bağcılık yapılamaz hale gelmiştir. Bu nedenle filokseraya dayanıklı, ekolojik koşullara adaptasyonu iyi ve üretilecek olan üzüm çeşitleriyle iyi uyuşma gösteren Amerikan asma anaçları kullanarak bağ tesis etmek zorunlu hale gelmiştir. Ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olan 1103 P Amerikan asma anacı üzerine sekiz sofralık üzüm çeşidinin masa başı omega aşı yöntemiyle aşılınması sonucu gerçekleştirdiğimiz çalışmada, 1103 Paulsen anacıyla en yüksek aşı tutma oranına sahip çeşit Trakya İlkeren (% 98.53) olurken, en düşük performans Hamburg Misketi (% 67.53) çeşidinde belirlenmiştir. Aşılı asma fidanlarında ortaya çıkabilecek gecikmiş uyuşmazlıklara karşı bu çalışmada elde edilen veriler ön bilgi açısından önemlidir. Ancak fidanlar bağ yerine dikildikten sonra da gerekli kontroller devam ettirilmelidir. Üreticilere yetiştiriciliği yapılacak çeşitlerle ilgili önerilerde bulunurken bahsedilen özelliklerin dikkate alınması, bağcılık açısından başarıya ulaşmada yararlı olacaktır.

Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y.S., & Çelik, H. (1982). Effect of grafting machines on success of grafted vine production. *U.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 1, 25-32.
- Akman, İ., & İlgin, C. (1991). Tüplü asma fidanı üretiminde başarıyı etkileyen faktörler. *Türkiye 1. Fidanlık Sempozyumu*, 153- 159, Ankara.
- Alço, T., Dardeniz, A., Sağlam, M., Özer, C., & Açıkbaş, B. (2015). Aşılı asma fidanı üretiminde farklı çeşit/anaç kombinasyonlarının aşı odası randımanı ile kallus gelişim düzeyi üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A 27 (Türkiye 8.*

- Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Özel Sayısı*), 8-16.
- Baydar, N.G., & Ece, M. (2005). Isparta koşullarında aşılı asma fidanı üretiminde farklı çeşit/anaç kombinasyonlarının karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3).
- Bhujbal, B. G. (1993). Performance of five grape rootstocks for rooting and grafting. *Maharashtra Journal of Horticulture*, 7(1), 7-9.
- Cangi, R., Balta, F., & Doğan, A. (2000). Aşılı asma fidanı üretiminde kullanılan kaynaştırma ortamının fidan randıman ve kalitesi üzerine etkilerinin anatomik ve histolojik olarak incelenmesi. *Türk. J. Agric. For*, 24(3), 393-398.
- Çakır, A., & Yücel, B. (2016). Narince ve Kalecik Karası üzüm çeşitlerinin 1103 Paulsen Amerikan asma anacı ile aşı performanslarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 3(4), 311-317.
- Çelik, H. (1982). *Kalecik karası/41 B aşı kombinasyonu için sera koşullarında yapılan aşılı-köklü fidan üretiminde değişik köklenme ortamları ve NAA uygulamalarının etkileri*. (Basılmamış Doçentlik tezi). Ankara Üniversitesi, 73 s.
- Çelik, H., Ağaoğlu, Y. S., Fidan, Y., Marasalı, B., & Söylemezoğlu, G. (1998). *Genel Bağcılık*. Sun Fidan A. Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 1, Ankara, 253 s.
- Çelik, S. (2007). *Bağcılık (Ampeloloji)*. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Cilt I. Genişletilmiş 2. Baskı, 428 s. Tekirdağ.
- Çelik, S., & Gider, S. (1991). Bağ kurmak amacıyla dikilen köklü anaçların aynı yıl içinde aşılınması. *T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Türkiye 1. Fidanlık Sempozyumu*, 113-121.
- Dardeniz, A., & Şahin, A. O. (2005). Aşılı asma fidanı üretiminde farklı çeşit ve anaç kombinasyonlarının vejetatif gelişme ve fidan randımanı üzerine etkileri. *Bahçe Dergisi*, 34(2), 1-9.
- Eriş, A., Soylu, A., & Türkben, C. (1989). Aşılı köklü asma fidanı üretiminde bazı uygulamaların aşı yerinde kallus oluşumu ve köklenme üzerine etkileri. *Bahçe*, 18(1-2), 29-34.
- Günen, E. (2008). *Bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin aşılı köklü asma fidanlarının üretiminde anaç kalem ilişkileri ve üretim şekillerinin fidan randımanı ile kalitesine etkileri üzerinde araştırmalar*. (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 217 s.
- Günen, E., & Altındışli, A. (2017). Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinin bazı Amerikan asma anaçları ile aşı kombinasyonlarının örtü altı ve açıkta yetiştiricilik koşullarında tüplü fidan performanslarının değerlendirilmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 54(1), 91-99.
- İlter, E., Kismalı, İ., Atilla, A., & Uzun İ. (1984). Asma fidanı sorunu ve çözümü için öneriler. *Türkiye II. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 23-31.
- İşçi, B., & Altındışli, A. (2006). Bazı üzüm çeşitlerinin 41 B ve 110 R Amerikan asma anaçları ile aşı tutma yüzdesi üzerine araştırmalar. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43(2), 13-25.

- Janick, J. (1986). *Horticultural Science*. Macmillan, 4th. Ed., W.H. Freeman and Company, New York, 39, 346-746.
- Kahraman, K.A., Dardeniz, A., & Atak, A. (2012). Asma fidancılığında farklı sofralık çeşit/anaç kombinasyonlarının genel özelliklerinin incelenmesi. *IV. Ulusal Üzümü Meyveler Sempozyumu*. 3-5 Ekim, Antalya.
- Karauz, A., & Çelik, S. (2007). "Değişik dönemlerde alınan asma aşı kalemlerinde gözlerin uyanması ve kallus oluşumu üzerine soğukta muhafazanın etkileri" projesinin sonuç raporu, 17 s., Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tekirdağ.
- Kavak, O. (2006). *Aşılı köklü, tüplü asma fidanı üretiminde fidan kalite özelliklerine mycorrhiza ve humik asit uygulamalarının etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 52 s.
- Kelen, M. (1994). *Bazı uygulamaların aşılı-köklü asma fidanı üretiminde fidan randımanı ve kalitesi üzerine etkileri ile aşı kaynaşmasının anatomik ve histolojik olarak incelenmesi üzerine araştırmalar*. (Doktora Tezi). Y.Y.Ü. Fen Bil. Ens. 131 s.
- Kısmalı, İ. (1978). *Yuvarlak çekirdeksiz üzüm çeşidi ve farklı Amerikan asma anaçları ile yapılan aşılı köklü asma fidanı üretimi üzerinde araştırmalar*. (Basılmamış Doçentlik Tezi). 102 s.
- Roux, Le D.J. (1988). *The collection and storage of vineyard grafting material*. VORI leaflet, 209. Stellenbosch, South Africa, 2 p.
- Söylemezoğlu, G., Dumanoğlu, H., Çelik, H., Kunter, B., Atıcı, A., & Tahmaz, H. (2010). Türkiye'de asma ve meyve fidanı üretimi ve kullanımı. *Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 891-907, 11-15 Ocak, Ankara.
- Winkler, A. J., Cook, J. A., Kliewer, W. M., & Lider, L. A. (1974). *General Viticulture*. University of California Press., Berkeley and Los Angeles, 633 p.
- Yağcı, A., & Gökaynak, A. G. (2016). Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin fidan randımanı ve kalitesi üzerine anaç ve gölgeleme oranının etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 53 (1), 109-116.
- Yayla, F. (2008). "Milli koleksiyon bağındaki üzüm çeşitlerinin şaraplık özelliklerinin araştırılması" projesi ara sonuç raporu, 4 s., Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tekirdağ.



İğdır ili yonca alanlarında *Hypera postica* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae)'nın larva parazitoiti *Bathyplectes curculionis* (Thompson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) ve parazitlenme oranları

Larval parasitoid Bathyplectes curculionis (Thompson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) of alfalfa weevil, *Hypera postica* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) and its parasitism rate in alfalfa fields of İğdır province, Turkey

Celalettin GÖZÜAÇIK¹

¹İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, İğdır

To cite this article:

Gözüaçık, C. (2019). İğdır ili yonca alanlarında *Hypera postica* Gyllenhal (Coleoptera:Curculionidae)'nın larva parazitoiti *Bathyplectes curculionis* (Thompson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) ve parazitlenme oranları. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 295-300.
DOI: 10.29050/harranziraat.515168

Address for Correspondence:
Celalettin GÖZÜAÇIK
e-mail:
cgozuacik46@gmail.com

Received Date:

20.01.2019

Accepted Date:

09.05.2019

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



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

ÖZ

Çalışma 2014 ve 2015 yıllarında İğdır ili Merkez, Aralık, Karakoyunlu ve Tuzluca ilçelerinde 61 yonca tarlasında Yonca hortumlu böceği, *Hypera postica* (Gyllenhal, 1813) (Coleoptera: Curculionidae)'nın larva parazitoitlerini ve parazitlenme oranlarını belirlemek amacıyla ele alınmıştır. Her iki yılda, el ve atrap yardımıyla toplam 9826 larva toplanmış ve laboratuvarında 25 °C ve 75±5 nem ortamında 20x20x30 cm ebatlarındaki plastik kaplarda kültüre alınmıştır. Larvalar ergin oluncaya kadar taze yonca bitkisiyle beslenmiştir. Çalışmanın sonunda, zararlı *H. postica*'nın larva parazitoiti olarak *Bathyplectes curculionis* (Thomson, 1887) (Hymenoptera, Ichneumonidae) türü belirlenmiştir. Parazitlenme oranları ise 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla Merkez ilçede %12.2 - 11.2, Aralık'ta %16.8 - 9.8, Karakoyunlu'da %6.7 - 17.0 ve Tuzluca'da, %21.7 - 16.9 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Hypera postica*, *Bathyplectes curculionis*, Parazitlenme oranı, Yonca, İğdır

ABSTRACT

This study was carried out to identify the parasitoids larvae and parasitism rates of *Hypera postica* (Gyllenhal, 1813) (Coleoptera: Curculionidae) in 61 alfalfa fields of Central, Aralık, Karakoyunlu and Tuzluca districts of İğdır province in between the years of 2014 and 2015. For both years, a total of 9826 larvae were collected by hand and sweep net and kept at 25±1°C and 75±5% RH. in plastic containers (20x20x30 cm dimension) in the laboratory. The larvae were fed with fresh alfalfa plants until reach adult stage. As a result of the study, *Bathyplectes curculionis* (Thomson, 1887) of the family Ichneumonidae of the order Hymenoptera were determined as larval parasitoid of *H. postica*. The parasitism rates, as 12.2 - 11.2% in Central, 16.8 - 9.8% in Aralık, 6.7 - 17.0% in Karakoyunlu and 21.7 - 16.9% in Tuzluca were recorded between two consecutive years, respectively.

Key Words: *Hypera postica*, *Bathyplectes curculionis*, Parasitism rates, Alfalfa, İğdır

Giriş

Yonca (*Medicago sativa* L.) önemli bir yem bitkisi olup, ülkemizde ve dünyada geniş alanlarda ekimi yapılmaktadır. Yem bitkileri içerisinde en yüksek besin değerine sahiptir. Kuru ve yeşil otu

hayvanlar için besleyici olup, vitaminlerce zengindir. Yonca bitkisi yukarıdaki faydalarının yanında yeşil gübre ya da toprak ıslahı amacı ile de yetiştirilmektedir. Aynı zamanda köklerinin derinlere kadar inmesi sonucunda diğer bitkilerinin faydalanmadığı besin maddelerini üst

katmanlara taşıyarak kendisinden sonra ekilen bitkilere organik madde ve azotça zengin bir toprak bırakmaktadır. Bunun yanında *Rhizobium* bakterileri ile ortak yaşama girerek havanın serbest azotunu toprağa sağlama yeteneğine de sahiptir (Açıkgöz, 2001). Yoncayı diğer yem bitkilerinden üstün kılan bu özelliklerine ilaveten; uzun ömürlülüğü, vejetasyon döneminde birçok defa biçilebilmesi, adaptasyon yeteneğinin yüksek olması, verim ve besin değerinin yüksekliği, ekim nöbetinde önemli etkinliği ve kimi çeşitlerinin otlatılmaya dayanıklılığıdır (Soya ve ark., 2004). Bu özellikleri nedeniyle yonca bitkisi ülkemizde, yem bitkileri içinde tarımı en fazla yapılan bitki durumundadır (Yolcu ve Tan, 2008). Tüik (2017) verilerine göre, ülkemizde 659 432 ha alanda yonca ekilmekte ve 17 561 190 ton yeşil ot üretilmektedir. Iğdır ilinde ise 34 266 ha alanda yonca ekilmekte ve 1 833 100 ton yeşil ot üretilmektedir. Iğdır ili, Doğu Anadolu Bölgesi illerine göre, farklı iklim ve topografik yapılarından dolayı yıl içinde yonca biçimi ortalama 3-4 defa yapılabilmektedir. Üreticiler için yonca hem kendi hayvanlarının besini olarak hem de üretim fazlasını satarak önemli gelirler elde etmektedir. Ancak, yonca üretimini olumsuz etkileyen birçok böcek bulunmaktadır. Bunların başında Yonca Hortumlu Böceği, *Hypera postica* (Gyllenhal, 1813) (Coleoptera: Curculionidae) gelmektedir. Asıl zararı birinci biçime kadar olan dönemde larvalar yapmakta ve yonca tarımının yapıldığı birçok yerde yoncada ciddi zararlar oluşturmaktadır (Essig ve Michelbacher, 1933; Clausen, 1977; Steffey ve Armbrust, 1991; Metcalf ve Luckman, 1994; Blodgett ve Lenssen, 2004; Moradi-Vajargah ve ark., 2011). *Hypera postica*'nın günümüze kadar birçok yumurta, larva ve ergin parazitoitleri belirlenmiştir. Bunlar içerisinde ergin parazitoiti olarak; *Microctonus aethiopoidea* (Hymenoptera, Braconidae), larva parazitoitleri olarak; parazitoit olarak, *Bathyplectes curculionis*, *B. stenostigma* (Thomson), ve *B. anurus* (Thomson) türleri belirlenmiştir (Al Ayedh ve ark., 1996; Brewer ve ark., 1997). Yumurta parazitoitleri olarak; *Anaphes (=Patasson) luna* (Girault) *Anaphes*

conotracheli Girault, 1905, *Anaphes fuscipennis* Haliday 1833 (Hymenoptera: Mymaridae) (TAXAPAD, 2018) ve *Fidiobia rugosifrons* Crawford (Hymenoptera: Platygasteridae) (Niemczyk ve Flessel, 1970; Ellis, 1973; Hogg ve Kingsley, 1983) ve *Anaphes* sp. near *leptoceras* (Debauche, 1948) (Gözüaçık ve Pricorp, 2017) belirlenmiştir. Üreticiler, pratikte böceğin zararını engellemek için, insektisit kullanmayı tercih etmektedir. Ancak mücadelede yeterli başarı sağlanamadığı gibi, kullanılan insektisitler çevreyi kirletmekte, bıraktığı kalıntıyla birlikte hayvanlara besin olarak verilmekte ve üreticiler önemli miktarda ürün kayıpları ile karşı karşıya kalmaktadır. Aynı zamanda, dozunda, zamanında ve ekonomik zarar eşiği dikkate alınmadan kullanılan bu insektisitler doğal dengeyi de olumsuz etkilemektedir.

Bu çalışma Iğdır ili yonca alanlarında zararlı olan *H. postica*'nın larva parazitoitleri ve parazitlenme oranlarının belirlenmesi amacıyla 2014 ve 2015 yıllarında ele alınmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmalar 2014 ve 2015 yıllarında Iğdır ili Merkez, Aralık, Karakoyunlu ve Tuzluca ilçelerinde yer alan 61 yonca tarlasında 26.03.2014-7.6.2014 ve 17.3.2015-29.05.2015 tarihleri arasında yoncanın 1. biçimi öncesi yürütülmüştür. *Hypera postica* larvaları el ve standart atrap (38 x 90 cm) yardımıyla her bir tarlanın 10 farklı yerinden 10'ar atrap sallanarak toplanmıştır. Toplanan larvalar içinde yonca bitkisinin olduğu ve üzerlerinde etiket bilgilerinin yazıldığı 20x20x30 cm çapındaki plastik kaplarda laboratuvara getirilmiştir. Larvalar laboratuvarda 25±2 °C ve 75±5 nem ortamında 20x20x30 cm çapındaki plastik kaplara her kap içinde 50 larva olacak şekilde kültüre alınmıştır. Larvalar ergin oluncaya kadar taze yonca bitkisiyle beslenmiştir. Kültürler, günlük kontrol edilmiş ve çıkış yapan ergin parazitoitler teşhis ve sayım için içinde %70 etil alkol bulunan 2x10 kapaklı plastik tüplere alınmıştır. Parazitoitlerin teşhisleri Dr. Janko KOLAROV (Faculty of Pedagogy, University of Plovdiv, 24

Tsar Assen Str., 4000 Plovdiv, Bulgaria) tarafından yapılmıştır. Parazitlenme oranları ise parazitlenmiş ve parazitlenmemiş larva sayıları oranlanarak elde edilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

İğdır ili yonca alanlarından *Hypera postica*'nın larvalarından Hymenoptera takımının Ichneumonidae familyasından *Bathyplectes curculionis* (Thomson, 1887) türü tespit edilmiştir. Bu tür, soliter endoparazit olup, *H. postica*'nın dünyada en yaygın olarak görülen larva parazitoitlerindedir. *B. curculionis*, İğdır ilinde yonca alanlarında her iki yılda da *H. postica* larvalarından elde edilmiş olup, parazitlenme oranları Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde, İğdır ili Merkez ilçede 2014 yılı çalışmalarında, 9 farklı yonca tarlasından 547 *H. postica* larvası kültüre alınmıştır. Bu larvalardan 67 *B. curculionis* ergini elde edilmiş ve ortalama %12.2 parazitlenmenin olduğu belirlenmiştir. Merkez ilçede çalışmanın yürütüldüğü alanlarda en yüksek parazitlenme %33.0 oranıyla Çalpala'da görülmüş, Hakmehmet1'de ise parazitlenmeye rastlanılmamıştır. Aralık ilçesinde yapılan çalışmalarda 11 farklı yonca tarlasında toplam 1710 larva toplanmış ve bu larvalardan 288 *B. curculionis* ergini alınmıştır. Ortalama parazitlenme oranı ise, %16.8 olarak belirlenmiştir. Aralık ilçesinde en yüksek parazitlenme %57.5 ile Emince'de görülmüş, Hacıağa, Aşağı Aratan ve Ortaköy'de ise parazitlenmeye rastlanılmamıştır. Karakoyunlu ilçesinde 5 farklı yonca tarlasında toplam 4185 larva toplanmış ve bu larvalardan 280 *B. curculionis* ergini elde edilmiştir. Ortalama parazitlenme oranı, %6.7 olarak belirlenmiştir. Karakoyunlu ilçesinde en yüksek parazitlenme %15.2 ile Bulakbaşı1'de görülmüş, diğer alanlarda ise parazitlenme oranı %5.5 ile %8,0 arasında değişmiştir. Tuzluca ilçesinde 4 farklı yonca tarlasında toplam 251 larva toplanmış ve bu larvalardan 57 *B. curculionis* ergini elde edilmiştir. Ortalama parazitlenme oranı, %21.7 olarak

belirlenmiştir. Tuzluca ilçesinde en yüksek parazitlenme %29.8 ile Eğrekdere'de bulunmuş, diğer alanlarda ise parazitlenme oranı %5.8 ile %25.0 arasında değişmiştir.

Çizelge 1. *Hypera postica*'nın 2014 yılı İğdır ili Merkez, Aralık, Karakoyunlu ve Tuzluca ilçelerindeki parazitlenme oranları (%)

Table 1. Parasitism rates (%) of *Hypera postica* in Central, Aralık, Karakoyunlu and Tuzluca districts of İğdır province in 2014

MERKEZ			
	Toplam larva sayısı	Ergin parazitoit sayısı	Parazitlenme oranı (%)
Hakmehmet	39	4	10.3
Sarıçoban	24	1	4.2
Aliköse	200	14	7.0
Çalpala	106	35	33.0
Aşağı Çarıkçı	26	1	3.8
Melekli	12	3	25.0
Yaycı	70	7	10.0
Kuzugüden	43	2	4.7
Hakmehmet1	27	0	0.0
Toplam	547	67	12.2
ARALIK			
	Toplam larva sayısı	Ergin parazitoit sayısı	Parazitlenme oranı (%)
Emince	153	88	57.5
Hacıağa	7	0	0.0
Yukarı çiftlik	114	23	20.2
Aşağı aratan	2	0	0.0
Ramazankent	314	46	14.6
Ortaköy mah.	151	1	0.7
Gödekli	162	41	25.3
Hacıağa	51	21	41.2
Aşağı Çiftlik	229	64	27.9
Ortaköy	36	0	0.0
Aras Mah.	491	4	0.8
Toplam	1710	288	16.8
KARAKOYUNLU			
	Toplam larva sayısı	Ergin parazitoit sayısı	Parazitlenme oranı (%)
Karakoyunlu	1105	69	6.2
Bulakbaşı	1880	104	5.5
Bulakbaşı-1	270	41	15.2
Gacer	594	39	6.6
Yukarı Alican	336	27	8.0
Toplam	4185	280	6.7
TUZLUCA			
	Toplam larva sayısı	Ergin parazitoit sayısı	Parazitlenme oranı (%)
Yukarı mah.	52	3	5.8
Eğrekdere	121	36	29.8
Tuzluca	68	17	25.0
Karabulak	10	1	10.0
Toplam	251	57	21.7

Çizelge 2. *Hypera postica*'nın 2015 yılı Iğdır ili Merkez, Aralık, Karakoyunlu ve Tuzluca ilçelerindeki parazitlenme oranları (%)

Table 2. Parasitism rates (%) of *Hypera postica* in Central, Aralık, Karakoyunlu and Tuzluca districts of Iğdır province in 2015

MERKEZ			
	Toplam larva sayısı	Ergin parazitoit sayısı	Parazitlenme oranı (%)
Kazancı	29	3	10.3
Hakmehmet	39	4	10.2
Sarıçoban	24	1	4.2
Aliköse	200	14	7.0
Çalpala	106	35	33.0
Aşağı Çarıklı	26	1	3.8
Yukarı Çarıklı	65	2	3.2
Yaycı	70	7	10.0
Kuzugüden	43	2	4.7
Hakmehmet	27	0	0.0
Melekli	12	3	25.0
Toplam	641	72	11.2
ARALIK			
	Toplam larva sayısı	Ergin parazitoit sayısı	Parazitlenme oranı (%)
Yukarı çamurlu	343	80	23.3
Tazeköy	249	5	2.0
Ramazankent	188	16	8.5
Taşburun	17	5	29.4
Aşağı çiftlik	35	1	2.9
Gödekli	36	16	44.4
Ortaköy	48	0	0.0
Hacıağa /Aralık	170	15	8.8
Yukarı topraklı	95	4	4.2
Babacan	345	7	2.0
Toplam	1528	149	9.8
KARAKOYUNLU			
	Toplam larva sayısı	Ergin parazitoit sayısı	Parazitlenme oranı (%)
Karakoyunlu	62	7	11.3
Bulakbaşı	73	18	24.7
Orta Alican	44	5	11.4
Cennetabat	39	4	10.3
Yukarı Alican	8	0	0.0
Gökçeli	30	10	33.3
Gacer	73	12	16.4
Toplam	329	56	17.0
TUZLUCA			
	Toplam larva sayısı	Ergin parazitoit sayısı	Parazitlenme oranı (%)
Eğrekdere	118	26	22.0
Karabulak	223	38	17.0
Kamışlı	171	18	10.5
Tuzluca	114	24	21.1
Toplam	626	106	16.9

Çizelge 2 incelendiğinde, Iğdır ili Merkez ilçede 2015 yılı çalışmalarında, 11 farklı yonca tarlasından 641 *H. postica* larvası kültüre alınmıştır. Bu larvalardan 72 *B. curculionis* ergini elde edilmiş ve ortalama %11.2 parazitlenme oranı olduğu belirlenmiştir. Merkez ilçede çalışmanın yürütüldüğü alanlarda en yüksek parazitlenme oranıyla Çalpala'da görülmüş, Hakmehmet'de ise parazitlenmeye rastlanılmamış diğer alanlarda ise %3.2 ile %25.0 arasında değişmiştir. Aralık ilçesinde yapılan çalışmalarda 10 farklı yonca tarlasında toplam 1528 larva toplanmış ve bu larvalardan 149 *B. curculionis* ergini alınmıştır. Ortalama parazitlenme oranı ise, %9.8 olarak belirlenmiştir. Aralık ilçesinde en yüksek parazitlenme oranıyla Gödekli'de görülmüş, Ortaköy'de ise parazitlenmeye rastlanılmamış, diğer alanlarda ise %2.0 ile %29.4 arasında değişmiştir. Karakoyunlu ilçesinde 7 farklı yonca tarlasında toplam 329 larva toplanmış ve bu larvalardan 56 *B. curculionis* ergini elde edilmiştir. Ortalama parazitlenme oranı, %17.0 olarak belirlenmiştir. Karakoyunlu ilçesinde en yüksek parazitlenme oranıyla Gökçeli'de görülmüş, diğer alanlarda ise parazitlenme oranı %10.3 ile %27.7 arasında değişmiş Yukarı Alican'da ise larva sayısı düşük bulunmuş ve parazitlenme oranı belirlenmemiştir. Tuzluca ilçesinde 4 farklı yonca tarlasında toplam 626 larva toplanmış ve bu larvalardan 106 *B. curculionis* ergini elde edilmiştir. Ortalama parazitlenme oranı, %16.9 olarak belirlenmiştir. Tuzluca ilçesinde en yüksek parazitlenme oranıyla Eğrekdere'de bulunmuş, diğer alanlarda ise parazitlenme oranı %10.5 ile %21.1 arasında değişmiştir.

Iğdır ilinde her iki yılda yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde 2014 yılında toplam 6693 larva kültüre alınmış ve bu larvalardan 692 parazitoit ergini elde edilmiş ve parazitlenme oranı %10.3 olarak belirlenmiştir. İlçelerdeki en yüksek parazitlenme oranıyla Tuzluca'da, en düşükte %6.7 oranıyla Karakoyunlu'da tespit edilmiştir. Çalışmaların ikinci yılında ise, toplam 3124 larva kültüre alınmış ve bu larvalardan 383 parazitoit ergini elde edilmiş ve parazitlenme

oranı %12.3 olarak belirlenmiştir. İlçelerdeki en yüksek parazitlenme oranıyla Karakoyunlu'da, en düşükte %9,8 oranıyla Aralık'ta kaydedilmiştir. İlçelerdeki parazitlenme oranlarındaki bu farklılığın, yonca alanlarının farklı ekosistemlerde bulunduğu, özellikle polikültür tarımın yoğun olarak yapıldığı ve biyoçeşitliliğin zengin olduğu alanlarda parazitlenme oranlarının yüksek olduğu görülmüştür. Parazitlenme oranlarının düşük olduğu ekosistemlerde ise yoncanın geniş alanlarda bitişik tarlalar olacak şekilde ekildiği ve bu alanlarda insektisit uygulama sayısının fazla olması (2 ya da 3 defa) ve tavsiye dışı geniş spektrumlu insektisitlerin tercih edilmesinden kaynaklandığı, düşünülmektedir. İğdir ilinde her iki yılda da *H. postica* larvalarındaki parazitlenme oranlarında farklılıklar bulunmuştur. Kuhar ve ark. (2000), Virginia'da önemli bir zararlı konumunda olan *H. postica* larvalarının, *Bathyplectes anurus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) tarafından %36-92 oranları arasında parazitlenebildiğini bildirmişlerdir. Kingsley ve ark., (1993), *B. curculionis* ve *B. anurus*'un %21 oranında yonca hortumlu böceğinde ölümlere neden olabildiğini belirtmişlerdir. Efil (2018)'in Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa'da yaptığı çalışmada parazitlenme oranının genelde düşük olduğunu, en fazla parazitlenme oranının %22.22 ile Mardin (Kızıltepe) lokasyonunda bulunduğunu, Diyarbakır (Merkez) ve Şanlıurfa (Akçakale) lokasyonlarındaki parazitlenme oranlarının %3.75 ile 0.55 arasında değiştiğini bildirmiştir. Davis (1974) *B. curculionis*'in yonca hortumlu böceği larvalarını %63'e kadar parazitleyebildiğini bildirmiştir.

Sonuçlar

İğdir ili Merkez, Aralık, Karakoyunlu ve Tuzluca ilçelerindeki yonca tarlalarında 2014 ve 2015 yıllarında yapılan çalışmalarda *H. postica*'nın birinci yıl 30, 2. yıl 32 yonca tarlasından toplam 9826 larvaları toplanmıştır. Bu larvalardan *Bathyplectes curculionis* parazitoiti elde edilmiştir. Parazitlenme oranları ise 2014 ve 2015 yıllarında sırasıyla Merkez ilçede %12.2 - 11.2, Aralık'ta

%16.8 - 9.8, Karakoyunlu'da %6.7 - 17.0 ve Tuzluca'da, %21.7 - 16.9 olarak bulunmuştur. Yonca bitkisinde asıl zararı *H. postica* larvaları yapmakta ve bu zarar ilk biçimde elde edilecek üründe önemli kayıplarına neden olmaktadır. Üreticiler, bu zararı önlemek için yoğun olarak kimyasal mücadeleye başvurmuştur. Bu da doğal dengenin zararlı lehinde bozulmasına neden olmaktadır. Çalışmalarda kimyasalların daha az uygulandığı ve biyo-çeşitliliğin zengin olduğu alanlarda parazitoitin daha etkin olduğu görülmektedir. Ayrıca, çalışmalarda parazitlenme oranlarının aynı ekosistem içerisinde neredeyse tarladan tarlaya değiştiği görülmüş, bu da üreticilerin mücadeleyi farklı zamanlarda ve farklı sayılarda bilinçsizce yaptığı anlaşılmıştır. Bundan dolayı, üreticilerin zararlıyı kontrol etmede, mücadeleye entegre mücadele çerçevesinde yaklaşması ve bu konuda uygulamalı çiftçi eğitimlerin daha sık ve etkin bir şekilde yapılması entegre mücadeleyi destekleyecek eğitimlerin verilmesinin (mutlu ve ark., 2016) yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.

Ekler

Bu makale, Uluslararası Katılımlı Türkiye 6. Bitki Koruma Kongresinde (5-8 Eylül 2016, Konya), kısmen özet olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Açıkgöz, E. (2001). Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın no:182. Bursa.
- Al Ayedh, H.Y., Kondratieff, B.C., Blodgett, S.L., Peairs, F.B. (1996). Evaluation of Hymenopterous Biological Control Agents of the Alfalfa Weevil Larvae *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) in Northcentral Colorado. *Journal of the Kansas Entomological Society* Vol. 70, No. 3 (Jul., 1997), pp. 197-202
- Blodgett, S.L., Lensen, A.W. (2004). Distribution of alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) larvae among postcutting locations. *Journal of Economic Entomology*, 97:1319-1322
- Brewer, M. J., Donahue, J.D., Morrison, E.J. (1997). *Bathyplectes* Parasitoids (Hymenoptera: Ichneumonidae) of Alfalfa Weevil, *Hypera postica*, (Coleoptera: Curculionidae) in Wyoming. *Journal of the Kansas Entomological Society*. Vol. 69, No. 4 (Oct., 1996), pp. 326-336.

- Clausen, C.P. (Ed.) (1977). Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds—alfalfa weevil. US Dep. Agric. Handbook No. 480, pp. 266–271.
- Davis, D.W. (1974). Parasite-prey ratios among alfalfa weevil larvae of northern Utah. *Environmental Entomology*, 3: 1031-1032.
- Efil, L. (2018). Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin İlleri Yonca Alanlarında Zararlı Yonca Hortumlu Böceği *Hypera variabilis* (Herbst, 1795) (Coleoptera: Curculionidae)'nin Zarar Durumu ve Larva Parazitoiti *Bathyplectes curculionis* (Thomson, 1887) ve Parazitlenme Oranları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1): 86–89
- Ellis, C.R. (1973). Parasitism of *Hypera postica* Eggs at Guelph, Ontario, by *Patasson luna* and *Fidiobia rugosifrons*. *Journal of Economic Entomology*, 66(5):1059–1062.
- Essig, E.O., Michelbacher, A.E. (1933). The alfalfa weevil. *Bulletin of the California Agricultural Experiment Station*, 567, 99 pp.
- Gözüaçık, C., Pricorp, E. (2017). First record for an egg parasitoid of *Hypera postica* (Gyllenhal, 1813) (Coleoptera: Curculionidae) from Turkey. II International İğdir Symposium, 9-11 October 2017, p. 39, İğdir.
- Hogg, D.B., Kingsley, P.C. (1983). Parasitization by *Patasson luna* (Hymenoptera: Mymaridae) of alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) eggs laid in green alfalfa stems and in litter. *Journal of Economic Entomology*, 76:54–56
- Kingsley, P.C., Brayn, M.D., Day, W.H., Burger, T.L., Dysart, R.J., Schwable, C.P. (1993). Alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) biological control: spreading the benefits. *Environmental Entomology*, 22(6): 1234-1250.
- Kuhar, T.P., Youngman, R.R., Laub, C.A. (2000). Alfalfa Weevil (Coleoptera: Curculionidae) Population Dynamics and Mortality Factors in Virginia. *Environmental Entomology*. 29 (6): 1295-1304.
- Metcalfe, R.L., Luckman, W.H. (1994). Introduction to insect pest management. 3rd ed. Wiley, New York.
- Moradi-Vajargah, M., Golizadeh, Ali. Rafiee-Dastjerdi, Hoosang. Zalucki, M.P., Hassanpour, M., Naseri, B. (2011). Population Density and Spatial Distribution Pattern of *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) in Ardabil, Iran. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 39(2): 42–48.
- Mutlu, Ç., Duman, M., Karaca, V., Bayram, Y., Siray, E., Kan, M. (2016). Kışlamış Süne Ergin Mücadelesinde Çiftçi Bilinç Düzeyi Örnek Çalışması: Güneydoğu Anadolu Bölgesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 3(4): 280–287
- Niemczyk, H.D., Flessel, J.K. (1970). Population dynamics of alfalfa seed weevil in eggs in Ohio. *Journal of Economic Entomology*. 63(1):242-247.
- Soya, H, R. Avcioglu ve Geren, H. (2004). Yem Bitkileri. Hasad Yayıncılık, 223 s.
- Steffey, K.L., Armbrust, E.J. (1991). Pest management systems for alfalfa insects, pp. 475-504. In D. Pimentel (ed.), CRC handbook of pest management in agriculture (2nd Ed.). CRC Press. Boca Raton, Fl.
- TAXAPAD, (2018). <http://www.taxapad.com/local.php?newwolp=80740372> (Erişim tarihi: 14.12.2018).
- Yolcu, H., Tan, M. (2008). Ülkemiz yem bitkileri tarımına genel bir bakış. *Tarım bilimleri Dergisi*, 14 (3): 303-312.
- TUİK, (2017). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 14.12.2018).



The effects of different gluten-free flours on the physical, chemical, functional and sensorial properties of tarhana

Tarhana üretiminde farklı glutensiz unların kullanılmasının tarhananın fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi

Kübra TULUK^{1*} , Nilgün ERTAŞ² 

¹Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Ege University, İzmir, Turkey

²Department of Food Engineering, Faculty of Architecture and Engineering, Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey

To cite this article:

Tuluk, K. & Ertaş, N. (2019). The effects of different gluten-free flours on the physical, chemical, functional and sensorial properties of tarhana. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 301-312.

DOI:10.29050/harranziraat.511520

Address for Correspondence:

Kübra TULUK

e-mail:

kubratuluk@gmail.com

Received Date:

10.01.2019

Accepted Date:

09.05.2019

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



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

ABSTRACT

Tarhana is traditional food product containing wheat flour. Because of wheat flour contains gluten, it is forbidden for celiac patients. The aim of this study was to determine physical, chemical, functional and sensorial properties of tarhana produced from gluten-free flours instead of wheat flour. The findings in this study showed that the use of non-cereal flours such as lupin, chickpea, common bean and buckwheat flours improved the chemical properties of tarhana compared to the use of cereal flours such as wheat, corn and rice flours. The highest Mg and P values were determined with buckwheat flour. Using lupin flour gave the highest Ca, Mn, foaming capacity, water absorption capacity and emulsifying activity values in tarhana. Using corn and rice flour resulted more lighter tarhana color than the others used in tarhana. According to sensorial evaluation; using chickpea, commonbean, rice and buckwheat flours improved the overall acceptability of tarhana.

Key Words: Gluten-free, Tarhana, Non-cereal flour, Functional properties, Sensory evaluation

ÖZ

Tarhana, buğday unu içeren geleneksel bir gıda ürünüdür. Buğday unu gluten içerdiği için, çölyak hastaları tarafından tüketilmesi yasak bir gıdadır. Bu çalışmanın amacı; tarhana üretiminde buğday unu yerine farklı glutensiz unların kullanımının; tarhananın fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerinin araştırılmasıdır. Çalışmanın sonuçlarına göre, tarhana üretiminde lupin, nohut, kuru fasulye ve karabuğday unu gibi tahıl olmayan unların kullanımı; buğday, mısır ve pirinç unu gibi tahıl unlarının kullanımına kıyasla kimyasal özellikleri geliştirmiştir. En yüksek magnezyum ve fosfor içeriği karabuğday ununda tespit edilmiştir. Lupin unu kullanımı; tarhanada en yüksek kalsiyum, mangan içeriği, köpük oluşturma kapasitesi, su tutma kapasitesi ve emülsiyon aktivitesi değerleri oluşturmuştur. Mısır ve pirinç unu kullanımı; diğer tarhana örneklerine göre daha açık renge sahip tarhana elde edilmesine neden olmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına göre; tarhana üretiminde; nohut, fasulye, pirinç ve karabuğday unu kullanımı, tarhananın genel kabul edilebilirliğini arttırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Glutensiz, Tarhana, Tahıl olmayan un, Fonksiyonel özellik, Duyusal değerlendirme

Introduction

Tarhana is a popular cereal-based traditional fermented product used in making soup in

Turkey. It is produced by mixing cereal flours, yoghurt, yeast and a variety of vegetables and spices (Erkan et al., 2006) and by fermentation of the mixture for 1 to 7 days (Tangüler, 2014). After

fermentation, tarhana dough is dried (Değirmencioglu et al., 2016) and grounded to powders (Tarakçı et al., 2004; Erbaş et al., 2005). Tarhana has high nutritional value and is considered to be a good source of proteins, vitamins (B₁ and B₂) and minerals (calcium, iron, sodium, potassium, magnesium, zinc and copper) (Daglioglu, 2000). Tarhana, which is very useful for children and babies, also contributes to bone development and strengthens bones. Thanks to the lycopene contained in its body to protect against many diseases are the benefits of the tarhana. Therefore, according to İbanoğlu and İbanoğlu (1999), tarhana is widely used in human diet (Üçok et al., 2019). Due to its low pH (3.8-4.2) and low moisture content (6-9 g/100g), tarhana is an inadequate source for growing pathogens and spoilage microorganisms (İbanoğlu and İbanoğlu, 1999).

Tarhana is generally produced from wheat flour (Erkan et al., 2006). Therefore, it is not suitable for celiac people who suffered from celiac disease. Celiac disease is an autoimmune disorder induced by the ingestion of gluten proteins present in wheat, barley, and rye (Rewers, 2005). It is well known that foods produced from wheat flour contain gluten, and any kind of food which contains gluten is not safe for celiac people. Therefore, celiac people must consume a strict gluten-free diet throughout their life (Akoğlu and Oruç, 2018). The most known cereal flours used for gluten-free breads are rice (Renzetti and Arendt, 2009), sorghum and corn flours (Sciarini et al., 2012). Corn, lupin, chickpea, common bean, rice, buckwheat flours are suitable for a wide range of food applications and they can be processed into a number of palatable, nutritious food products. Han et al. (2010) studied with chickpea, green and red lentils, pinto bean, navy bean, yellow pea flour for developing gluten-free cracker snacks. Constantini et al. (2014) used common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and Tataryn buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) flours and chia flour in their study in order to enrich the nutritional value of the gluten-free breads. Despite the fact that

gluten-free foods are safe for celiac people, the production of these foods in good quality is very challenging from the standpoint of consumers' acceptance. On the other hand, it is important to emphasize that the properties of food products such as healthy, nutritious, price, taste, naturality, filling, freshness, quality and cultural habits of individuals should taken into consideration when making a decision about food and nutrition (Aktaş and Özdoğan, 2016).

Comprehensive literature searching showed that there were inadequate studies about the utilization of corn, lupin, chickpea, common bean, rice in tarhana production. Therefore, the aim of this study was to develop an enriched formulation for gluten-free tarhana, which might be a good alternative with its higher nutritional value for the celiac people. For this purpose, corn, lupin, chickpea, common bean, rice and buckwheat flours were used for the gluten-free tarhana production.

Materials and methods

Materials

Commercial type wheat flour (WHF) and corn flour (CRF) were obtained from local markets in Konya, Turkey. Lupin flour (LPF), chickpea flour (CPF), common bean flour (CBF), rice flour (RCF) and buckwheat flour (BWF) were obtained by milling the seeds. These flours were used as main ingredients in the tarhana production. The other ingredients for the tarhana production were pepper paste (22 g/100g total dry solids), medium sized of onions, mint (in powder form) and paprika (in powder form).

Preparation of tarhana samples

The tarhana samples (WHF tarhana (WHT as control sample), CRF tarhana (CRT), LPF tarhana (LPT), CPF tarhana (CPT), CBF tarhana (CBT), RCF tarhana (RCT) and BWF tarhana (BWT)) were produced at laboratory scale. The following formulation was used in the tarhana production: 400 g flour, 160 g yoghurt, 40 g pepper paste, 20 g chopped onions, 8 g hot pepper, 10 g baker's

yeast and 4 g salt. These ingredients were mixed with 100 ml of water using a Kenwood mixer (Chef KM330, Hampshire, UK) for 5 min.

Emulsifiers, hydrocolloids, protein isolates of different sources should be used in dough formulas instead of gluten to achieve desired rheological properties during dough making (Masure et al., 2016). The gums are super sticky thickening agent that can be used as a replacement for gluten, and do not contain gluten, so they are safe for celiac patients and any other wheat and gluten intolerances. In the production of gluten-free tarhana samples, 1.5 g/100g guar gum was used for each production. After mixing, tarhana dough was fermented at 30°C for 3 days in an incubator. The pH of the dough was controlled continuously and the fermentation was ended at pH of 4. The dough was also kneaded six-times by hand for 12 h. Then, the fermented dough was dried in trays in an air oven (Ozkoseoglu PFS-9, Turkey) at 55°C for 48 h up to 10% moisture content (w/w, d.b.). The dried tarhana samples were ground and sieved to a particle size smaller than 1 mm screen opening.

Chemical properties

The moisture, ash and protein (Factor; N × 5.70 for cereal flours; N × 6.25 for non-cereal flours) contents of samples were determined according to AACC Methods of 44-15A, 08-01 and 46-12, respectively (AACC, 2000). The mineral contents of tarhana samples were determined by an Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometers (ICP-AES) (Vista series, Varian International AG, Switzerland) as explained by Bubert and Hagenah (1987).

Functional Properties

Water absorption capacity and oil absorption capacity

Five grams of tarhana powder was thoroughly mixed with 25 ml of distilled water to determine water absorption capacity or sunflower oil to determine oil absorption capacity in separately centrifuge tubes. The dispersion was stirred at 15

min intervals over a 60 min period and then centrifuged at 4000 × g for 20 min. The supernatant volume was measured. The water or oil volume absorbed by tarhana powder was determined. Water and oil absorption capacity values were expressed as mL of water or oil absorbed by per gram of tarhana sample (Hayta et al., 2002).

Foaming capacity and foam stability

Ten grams of tarhana powder was dispersed in 25 ml distilled water and stirred for 20 min. The dispersion was centrifuged at 4000 × g for 20 min. Supernatant was filtered (Whatman No. 1) and transferred into a Waring blender and whipped for 2 min at high-speed (Hi-20,800 rpm) The solution was poured into a measuring cylinder, and the volume of the foam was recorded after 10 sec. The foaming capacity was expressed as the volume (ml) of gas incorporated per mL of solution. The foam stability was recorded as the time (min) passed until the half of the original foam volume (ml) had disappeared (Hayta et al., 2002).

Emulsifying activity

Ten grams of tarhana powder were dispersed in 25 ml distilled water at 25°C and stirred for 20 min and then the solution was centrifuged at 4000 × g for 20 min. Sunflower oil were mixed with equal volumes of supernatant and homogenized for 5 min at low-speed (Low-15,800 rpm) in a Waring blender. The homogenized mixture was transferred into a measuring cylinder. The emulsifying activity was expressed as percent volume of the emulsified layer in total volume of the mixture (Hayta et al., 2002).

Color measurement

A colorimeter (Minolta Chroma Meter CR-400, Minolta, Osaka, Japan) was used to determine the Hunter lab colours by measuring L^* (100=white; 0=black), a^* (+, red; -, green) and b^* (+, yellow; -, blue). The instrument was calibrated with illuminate D65 as reference before the measurements.

Sensory analyses

Tarhana soups, prepared from tarhana powders were subjected to sensory evaluation. To determine the sensory properties of tarhana soup, 25 g tarhana powder (dry basis) was mixed with 250 ml water (10°C) and simmered for 10 min with constant stirring. Tarhana were evaluated by 25 panelists (14 men and 11 women). The soups were filled to porcelain bowl at 50°C and served to panelists under daylight room conditions. Colour, taste, stickiness, sourness, grittiness and overall acceptability of tarhana soup were evaluated using 9 point hedonic scale with “1” being “dislike extremely”, “2” being “dislike very much”, “3” being “dislike moderately”, “4” being “dislike slightly”, “5” being “neither like or nor dislike”, “6” being “like slightly”, “7” being “like moderately”, “8” being “like very much” and “9” being “like extremely”.

Statistical analyses

The data obtained in the present study were subjected to analysis of variance (ANOVA) using the software of Statistical Package for the Social Sciences–SPSS 15.0 (2006, SPSS Inc., USA). The mean values were compared using Tukey HSD Post Hoc Test ($P < 0.05$). All experiments were performed in triplicate.

Results and discussion

The moisture, ash and protein contents of flour samples are presented in Table 1. Although, no significant difference in the moisture content was found between WHF, LPF, CPF, CBF and BWF, a slight decrease was observed between LPF, CBF and BWF when compared to WHF descriptively. However, CRF had the highest moisture content among the flours. The ash contents of the samples were found to be between 0.54–4.11 g/100g. No significant difference in the ash content was found between LPF, RCF and BWF. While WHF had the lowest ash content (0.54 g/100g), CBF had the highest ash content (4.11 g/100g) among the samples (Table 1). Brigide et al (2014) reported that common bean showed an

ash content ranging from 4.1 to 4.82%. Our findings in line with the observations realized by Türksoy (2018) who indicated that CBF (3.90 g/100g) had the higher ash content than WHF (0.60 g/100g). De Almeida Costa et al. (2006) found that the ash content of CBF was 3.80 g/100g in their study. The protein contents of flours ranged from 9.35 to 34.83 g/100g. LPF had the highest protein content when compared with the other flours used in this study.

Table 1. Proximate composition of cereal and non-cereal flours used in tarhana production

Çizelge 1. Tarhana üretiminde kullanılan unların yaklaşık bileşimleri

	Moisture (g/100g)	Ash (g/100g)	Protein* (g/100g)
	<i>Nem</i>	<i>Kül</i>	<i>Protein</i>
WHF BU	9.95 ± 0.12 ^{cd}	0.54 ± 0.04 ^e	10.72 ± 0.14 ^d
CRF MU	14.68 ± 0.41 ^a	1.26 ± 0.08 ^d	10.31 ± 0.05 ^d
LPF LU	9.37 ± 0.03 ^d	2.02 ± 0.09 ^c	34.83 ± 0.04 ^a
CPF NU	10.26 ± 0.08 ^c	2.51 ± 0.13 ^b	18.03 ± 0.11 ^b
CBF FU	9.87 ± 0.21 ^{cd}	4.11 ± 0.24 ^a	17.67 ± 0.19 ^b
RCF PU	11.22 ± 0.09 ^b	1.64 ± 0.03 ^{cd}	9.35 ± 0.52 ^e
BWF KU	9.56 ± 0.08 ^d	1.97 ± 0.04 ^c	12.54 ± 0.41 ^c

Data are expressed as mean values ± standard deviations (n=2); mean values within the same column with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$); the letter “a” denotes the highest value. WHF: wheat flour (as control sample); CRF: corn flour; LPF: lupin flour; CPF: chickpea flour; CBF: common bean flour; RCF: rice flour; BWF: buckwheat flour.

* N × 5.70 for cereal flours; N × 6.25 for non-cereal flours.

Çizelgedeki değerler analizlerde elde edilen sonuçların ortalama değerleridir; analizi yapılan örnek sayısı 2’dir (n=2); aynı sütundaki farklı üst indis harfler sonuçlar arasında istatistiksel bakımdan fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$); “a” harfi en yüksek değeri ifade etmektedir. BU: buğday unu (kontrol örneği); MU: mısır unu; LU: lupin unu; NU: nohut unu; FU: fasulye unu; PU: pirinç unu; KU: karabuğday unu.

* N × 5.70 tahıl unları için; N × 6.25 tahıl olmayan unlar için.

The protein content of the tarhana is increased when a legume flour substituted with the wheat flour. Because legume flours have higher protein

content compared to wheat flour. Besides, mixing of the legumes and cereals ensure the better combination which provides maximum benefit from the essential amino acids (Zucco et al., 2011). Paraskevopoulou et al. (2010) stated that legumes can be successfully incorporated into the baked products for enrichment in regard to protein composition. Han et al. (2010) studied about the developing of gluten-free cracker by incorporation of chickpea flour, and they reported that the cracker containing chickpea flour was advanced to a trading scale processing test.

The chemical properties of the tarhana samples are presented in Table 2. The moisture content of CRT, LPT, CPT, CBT was found to be significantly ($P<0.05$) higher than the control sample (WHT). No significant difference was found in the moisture contents among WHT, RCT and BWT samples. As seen from the Table 2, CBT has the highest ash content (4.74 g/100g) among the samples. This finding was probably due to the high ash content of CBF (Table 1). Even though, no significant differences in ash contents were observed among WHT, CRT and RCT, the ash contents of CRT and RCT were found to be slightly lower than WHT. We found that the protein content of CRT, LPT, CPT, CBT and BWT were significantly higher than WHT and RCT. The peak value of protein content was observed in LPT. This is an expected finding, because the LPT has the highest protein content among the flour samples.

RCT had the lowest protein content among tarhana samples. Herken and Aydın (2015) found that use of carob flour in the production of tarhana samples caused an increase in ash content and a decrease in protein content. They stated that statistically significant increase was determined in ash content with the increasing substitution level of carob flour. In a previous study, Daglioğlu (2000) stated that moisture, protein and ash contents of different types of tarhana were varied between 6.4-13.9% (w/w), 12.0-29.9% (w/w) and 1.4-14.2% (w/w), respectively. It is clearly observed that the moisture, protein and ash contents of tarhana were effected the substitution of different types

of flour in tarhana formulation.

The mineral contents of tarhana samples are given in Table 2. There is a significant differences ($P<0.05$) found in Ca, Fe, K, Mg, Mn, P and Zn contents of tarhana samples. In general tarhana is known its high nutritional value and is considered to be a good source of calcium, iron, sodium, potassium, magnesium, zinc and copper minerals. But using lupine, common bean and chickpea flour in tarhana formulation gave higher Ca content; than control tarhana sample. WHT and BWT samples gave similar Ca contents. The peak value of the Ca content was found in LPT sample. Additionally, CBT has the second highest Ca content among the tarhana samples. The highest and the second highest Fe contents were found in CPT and WHT samples, respectively. The Fe contents of the other tarhana samples were found to be lower than CPT and WHT, and varied between 0.09-0.74 mg/100g. The K contents of tarhana samples were found to be significantly different from each other and ranged between 247.60-1406.10 mg/100g. The highest K content was determined in CBT and the lowest K content was found in LPT sample. In comparison with the use of WHF, the use of CRF, LPF, CPF, CBF and BWF significantly increased the Mg content of tarhana. However, we found that no significant difference between Mg contents of WHT and RCT. The very significant increase in Mg content of tarhana was found with the use of BWF. It was reported that the substitution of buckwheat flour with wheat flour in tarhana formulation increased ash, protein, fat, cellulose, K, Mg and P contents (Bilgiçli, 2009). The remarkable finding in our study was related with Mn content of tarhana samples. The Mn content of LPT had very high value (48.77 mg/100g) compared to the other tarhana samples. The Mn contents of tarhana samples except LPT sample were found to be between 0.12-1.20 mg/100g.

Table 2. Certain chemical properties of tarhana produced using cereal and non-cereal flours

Çizelge 2. Tarhana üretiminde kullanılan unların bazı kimyasal özellikleri

	Moisture (g/100g) <i>Nem</i>	Ash (g/100g) <i>Kül</i>	Protein* (g/100g) <i>Protein</i>	Ca (mg/100g) <i>Ca</i>	Fe (mg/100g) <i>Fe</i>	K (mg/100g) <i>K</i>	Mg (mg/100g) <i>Mg</i>	Mn (mg/100g) <i>Mn</i>	P (mg/100g) <i>P</i>	Zn (mg/100g) <i>Zn</i>
WHT <i>BT</i>	6.70 ± 0.06 ^c	2.01 ± 0.11 ^d	16.01 ± 0.04 ^f	39.71 ± 0.30 ^d	1.74 ± 0.07 ^b	360.90 ± 1.12 ^e	36.01 ± 0.88 ^f	0.44 ± 0.01 ^d	210.93 ± 2.81 ^d	0.55 ± 0.03 ^d
CRT <i>MT</i>	7.76 ± 0.04 ^b	1.87 ± 0.03 ^d	22.75 ± 0.11 ^c	26.82 ± 1.02 ^f	0.09 ± 0.01 ^e	384.00 ± 1.74 ^d	41.11 ± 0.91 ^e	0.12 ± 0.03 ^e	196.94 ± 2.35 ^e	0.58 ± 0.06 ^d
LPT <i>LT</i>	8.47 ± 0.08 ^a	2.92 ± 0.14 ^c	35.04 ± 0.17 ^a	215.88 ± 0.72 ^a	0.55 ± 0.10 ^{cd}	247.60 ± 2.62 ^e	67.93 ± 1.19 ^d	48.77 ± 0.08 ^a	391.68 ± 2.45 ^{ab}	2.35 ± 0.04 ^a
CPT <i>NT</i>	8.32 ± 0.03 ^a	3.55 ± 0.18 ^b	27.91 ± 0.13 ^b	87.86 ± 0.75 ^c	3.17 ± 0.11 ^a	1044.90 ± 2.28 ^b	96.44 ± 1.30 ^c	1.20 ± 0.03 ^b	306.77 ± 2.40 ^c	1.15 ± 0.06 ^c
CBT <i>FT</i>	7.95 ± 0.07 ^b	4.74 ± 0.03 ^a	21.83 ± 0.06 ^d	126.93 ± 0.88 ^b	0.74 ± 0.08 ^c	1406.10 ± 2.26 ^a	117.89 ± 1.07 ^b	0.89 ± 0.06 ^c	385.30 ± 3.03 ^b	1.52 ± 0.01 ^b
RCT <i>PT</i>	6.78 ± 0.04 ^c	1.71 ± 0.17 ^d	10.64 ± 0.04 ^e	33.68 ± 0.69 ^e	0.12 ± 0.01 ^e	315.00 ± 1.73 ^f	33.41 ± 0.96 ^f	0.50 ± 0.04 ^d	208.64 ± 2.35 ^d	0.77 ± 0.06 ^d
BWT <i>KT</i>	6.81 ± 0.10 ^c	3.00 ± 0.04 ^c	17.23 ± 0.30 ^e	41.68 ± 0.91 ^d	0.35 ± 0.11 ^{de}	622.70 ± 2.25 ^c	128.52 ± 1.27 ^a	0.94 ± 0.03 ^c	396.98 ± 2.31 ^a	1.23 ± 0.08 ^c

Data are expressed as mean values ± standard deviations (n=2); mean values within the same column with different superscripts are significantly different (P<0.05); the letter “a” denotes the highest value. WHT: wheat tarhana (as control sample); CRT: corn tarhana; LPT: lupin tarhana; CPT: chickpea tarhana; CBT: common bean tarhana; RCT: rice tarhana; BWT: buckwheat tarhana. *, N × 5.70 for cereal flours; N × 6.25 for non-cereal flours.

Çizelgedeki değerler analizlerde elde edilen sonuçların ortalama değerleridir; analizi yapılan örnek sayısı 2'dir (n=2); aynı sütündeki farklı üst indis harfler sonuçlar arasında istatistiksel bakımdan fark olduğunu göstermektedir (P<0.05); “a” harfi en yüksek değeri ifade etmektedir. BT: buğday unu ile üretilen tarhana (kontrol örneği); MT: mısır unu ile üretilen tarhana; LT: lupin unu ile üretilen tarhana; NT: nohut unu ile üretilen tarhana; FT: fasulye unu ile üretilen tarhana; PT: pirinç unu ile üretilen tarhana; KT: karabuğday unu ile üretilen tarhana.

*, N × 5.70 tahıl unları için; N × 6.25 tahıl olmayan unlar için.

Yorgancılar et al. (2009) stated that lupin has higher Mn content and they found that the Mn content of lupin was 111,38 mg/100g. Therefore, in our study, the addition of lupin flour caused an increase in Mn content of tarhana between all the samples tested. It was observed that the P contents of LPT, CBT and BWT were found to be significantly higher than other tarhana samples. The LPT has the highest Zn content (2.35 mg/100g) among the tarhana samples. The Zn contents of the other tarhana samples were found to be varied between 0.55-1.52 mg/100g. Trugo et al. (2016) stated that lupin seed was a good source of Zn with values in the range 3.0–18.0 mg/100g. It is possible to say that the substitution of different types of flour in tarhana enhanced the mineral content of all the tarhana samples tested. However, CF and RF substitution of tarhana did not caused a noticeably increase as compared to other tarhana samples. The Recommended Daily Allowances (RDA) are 130 mg of magnesium, 800 mg of calcium, 1.5 g of manganese, 500 mg of phosphorus and 5 mg of zinc for 4-8 years old children (RDA, 2018). When 100g (dry matter) of tarhana containing 100% lupin flour is consumed, 52.25% of RDA for Mg, 26.98% of RDA for Ca, 3.25% of RDA for Mn, 78.33% of RDA for P, and 47% of RDA for Zn were taken by the children body.

Drying methods, fermentation, storage, drying temperatures, drying time, drying type and different tarhana ingredients have important effect on the functional properties of tarhana (Bayrakçı and Bilgiçli, 2015). It was reported that poor functional properties of food ingredients was related to its low solubility in aqueous systems (Wu, 2001). Table 3 represents the certain functional properties (foaming capacity, foaming stability, water absorption capacity, oil absorption capacity and emulsifying activity) and the colour values (L*, a*, b*) of tarhana samples. According to Table 3, we can state that the use of LPF in tarhana production exhibits higher values for foaming capacity, water absorption capacity, oil absorption capacity and emulsifying activity. This finding was mostly due to the higher protein

content of LPF. Kohajdova et al. (2011) reported that the addition of LPF up to 10% (w/w) caused an important increase in water absorption capacity. Sosulski et al. (1976) , Hayta et al. (2002), and Ertaş et al., (2014) reported that water absorption capacity had crucial effects on the functional properties of viscous foods. Alamanou and Doxastakis (1995), Dervas et al. (1999), Hojilla Evangelista et al. (2004) stated that lupin protein has good water absorption, fat binding, emulsifying and foaming capacity.

According to process design, sensory quality and consumer acceptability functional properties are important parameters. In the present study, it is observed that the peak value of foaming stability was found in RCT (5.28 min), followed by CRT (4.28 min) and WHT (3.18 min), however, the foaming stability values of the rest of tarhana samples were varied between 0.40-1.23 min. Hamada (2000) stated that the foaming properties of rice protein are similar to albumin from egg white. However, in contrast to our finding, Bilgiçli (2009) reported that the substitution of 100% BWF with the wheat flour caused a significant increase in foaming stability of tarhana. Low foaming formation probably due to the having inadequate balance between hydrophobicity and hydrophilicity as stated by Damadoran (1997). In a previous study of İbanoğlu and İbanoğlu (1999), foaming stability and foaming capacity of tarhana were affected by the tarhana concentration, whipping time and processing methods.

Bolontrade et al. (2016) reported that the foams prepared at acidic pH were stable than the alkaline pH and also reported that soluble fractions of protein showed grater stability than the total protein.

Table 3. Color values and certain functional properties of tarhana produced using cereal and non-cereal flours

Çizelge 3. Tarhana üretiminde kullanılan unların bazı fonksiyonel özellikleri ve renk değerleri

	Functional properties Fonksiyonel özellikler					Colour values Renk değerleri		
	Foaming capacity (mL mL ⁻¹) Köpük oluşturma kapasitesi	Foaming stability (min) Köpük stabilitesi (dk)	Water absorption capacity (mL g ⁻¹) Su tutma kapasitesi	Oil absorption capacity (mL g ⁻¹) Yağ tutma kapasitesi	Emulsifying activity (%) Emülsiyon aktivitesi	L*	a*	b*
WHT BT	0.37 ± 0.01 ^d	3.18 ± 0.07 ^c	0.92 ± 0.05 ^d	0.63 ± 0.04 ^{abc}	100 ± 0.00 ^a	81.35 ± 0.33 ^c	6.17 ± 0.51 ^c	31.14 ± 0.61 ^b
CRT MT	0.46 ± 0.02 ^c	4.28 ± 0.14 ^b	1.28 ± 0.07 ^c	1.00 ± 0.00 ^a	99 ± 1.41 ^a	85.67 ± 0.21 ^a	1.60 ± 0.34 ^f	28.36 ± 0.27 ^c
LPT LT	1.02 ± 0.01 ^a	0.90 ± 0.07 ^d	2.67 ± 0.04 ^a	0.93 ± 0.11 ^{ab}	100 ± 0.00 ^a	81.15 ± 0.45 ^c	2.92 ± 0.45 ^e	20.11 ± 0.06 ^d
CPT NT	0.29 ± 0.03 ^e	1.23 ± 0.06 ^d	1.48 ± 0.01 ^c	0.63 ± 0.09 ^{abc}	99.5 ± 0.71 ^a	81.01 ± 0.40 ^c	4.28 ± 0.24 ^d	28.71 ± 0.35 ^c
CBT FT	0.58 ± 0.02 ^b	0.40 ± 0.10 ^e	1.82 ± 0.01 ^b	0.50 ± 0.14 ^c	74.5 ± 0.71 ^c	73.55 ± 0.52 ^d	8.06 ± 0.16 ^b	31.57 ± 0.45 ^b
RCT PT	0.28 ± 0.01 ^{ef}	5.28 ± 0.11 ^a	1.29 ± 0.05 ^c	0.70 ± 0.14 ^{abc}	93 ± 1.41 ^b	83.62 ± 0.21 ^b	6.71 ± 0.45 ^c	33.41 ± 0.06 ^a
BWT KT	0.22 ± 0.01 ^f	1.21 ± 0.08 ^d	2.00 ± 0.16 ^b	0.52 ± 0.11 ^{bc}	91 ± 1.41 ^b	67.03 ± 0.45 ^e	9.97 ± 0.34 ^a	31.70 ± 0.27 ^b

Data are expressed as mean values ± standard deviations (n=2); mean values within the same column with different superscripts are significantly different (P<0.05); the letter “a” denotes the highest value. L*: lightness; +a*: redness; -a*: greenness; +b*: yellowness; -b*: blueness. WHT: wheat tarhana (as control sample); CRT: corn tarhana; LPT: lupin tarhana; CPT: chickpea tarhana; CBT: common bean tarhana; RCT: rice tarhana; BWT: buckwheat tarhana.

Çizelgedeki değerler analizlerde elde edilen sonuçların ortalama değerleridir; analizi yapılan örnek sayısı 2’dir (n=2); aynı sütundaki farklı üst indis harfler sonuçlar arasında istatistiksel bakımdan fark olduğunu göstermektedir (P<0.05); “a” harfi en yüksek değeri ifade etmektedir. L*: aydınlık derecesi; +a*: kırmızılık; -a*: yeşillik; +b*: sarılık; -b*: mavilik. BT: buğday unu ile üretilen tarhana (kontrol örneği); MT: mısır unu ile üretilen tarhana; LT: lupin unu ile üretilen tarhana; NT: nohut unu ile üretilen tarhana; FT: fasulye unu ile üretilen tarhana; PT: pirinç unu ile üretilen tarhana; KT: karabuğday unu ile üretilen tarhana.

In the present study, the foaming capacity of CRT, LPT and CBT were found significantly higher than control sample (WHT). According to Cherry and McWatters (1981), this phenomena most probably results from the higher protein content and protein molecules at the interface (İbanoğlu and İbanoğlu, 1997). We determined that water absorption capacity values of CRT, LPT, CPT, CBT, RCT and BWT were found to be higher than that of WHT ($P < 0.05$). We found that the oil absorption capacity values of tarhana samples ranged between 0.52-1.00 mL/g, and the peak values of oil absorption capacity values were found in CRT (1.00 mL/g) and LPT (0.93 mL/g), respectively. Kohajdova et al. (2011) reported that the addition of LPF up to 10% (w/w) caused an important increase in water absorption capacity. Sosulski et al. (1976), Hayta et al. (2002), and Ertaş et al. (2014) reported that water absorption capacity had crucial effects on the functional properties of viscous foods. The use of CBF and BWF caused a decrease in the oil absorption capacity compared to the control sample. Bayrakçı and Bilgiçli (2015) reported that oil absorption capacity was not affected negatively by the substitution of resistant starch into the tarhana formulation. Moreover, oil absorption capacity values of tarhana samples containing different ratio of resistant starch were similar or higher compared to the control tarhana. In our study, we determined the emulsifying activity values of WHT, CRT, LPT and CPT were varied between 99-100% with no significant difference ($P < 0.05$). Similarly, no significant difference was found in emulsifying activity values of RCT (93%) and BWT (91%). The lowest value of emulsifying activity was determined in CBT (74.5%) among the tarhana samples. Additionally, emulsifying activity values of RCT, BWT and CBT were found to be significantly lower than those of WHT, CRT, LPT, CPT ($P < 0.05$). These findings could be explained by the high ionic strength of CBT as similar to a previous study by Wu (2001), who reported that high ionic strength reduced the emulsifying activity. Ertaş et al. (2014) found that different

ratio of lupin yoghurt (made with lupin milk) substitution into tarhana caused an increase in the emulsifying activities of tarhana samples. Çağlar et al. (2013) found that the substitution of carob flour increased the emulsifying activity of the tarhana.

Colour is an important quality factor for the acceptance of tarhana by the consumer. Traditionally, there are many types of tarhana produced with the substitution of various ingredients in Turkey. Owing to the different cereals, legumes, dairy products, vegetables and seasoning in dough formulation, tarhana samples have a great variety of colour properties (Bayrakçı and Bilgiçli, 2015). The colour values of the tarhana samples are given in Table 5, and they were expressed by Hunter L^* , a^* , b^* values corresponding to lightness, redness and yellowness, respectively.

In our study, we found that L^* value of CRT was higher than other tarhana samples ($P < 0.05$). The second highest L^* value was observed in RCT. No significant differences were observed in L^* values among WHT, LPT and CPT. In our study, BWT had the lowest L^* value among tarhana samples. Bilgiçli (2009) reported that the increasing substitution level of buckwheat flour with the wheat flour caused a significant decrease in L^* value.

Considering the a^* value, we can state that the use of CRF, LPF and CPF in tarhana production caused a significant decrease in a^* value compared to control tarhana ($P < 0.05$). No significant difference was found in a^* values between WHT and RCT. However, the use of CBF and BWF caused a significant increase in a^* value of tarhana compared to control ($P < 0.05$). It is well known that the colour of lupin flour is yellow. However, it is very interesting that the b^* value of LPT sample was found to be lowest compared to other tarhana samples in our study.

Sensorial evaluation of tarhana samples is given in Figure 1. Different types of flours affected all sensorial properties of tarhana samples. Statistically significant differences ($P < 0.05$) were observed in colour, taste, stickiness, sourness,

grittiness and overall acceptability. All of the soups prepared with gluten-free flours and control (wheat tarhana) sample were comparable in terms of the sensorial properties. Using CPF and BWF in tarhana formulation gave higher colour scores than the other gluten-free flours. Panelist stated that CPF, CBF, RCF and BWF addition in tarhana formulation gave higher taste scores compared to the control sample. All

gluten-free flours showed similar and higher stickiness scores than control. Panelists gave the lowest sourness scores to CRT added tarhana sample, also the highest grittiness scores to BWF added tarhana sample. When compared all sensorial properties evaluated by panelists, we clearly can state that the use of CPF, CBF, RCF and BWF in tarhana production showed better sensorial properties compared to other flours.

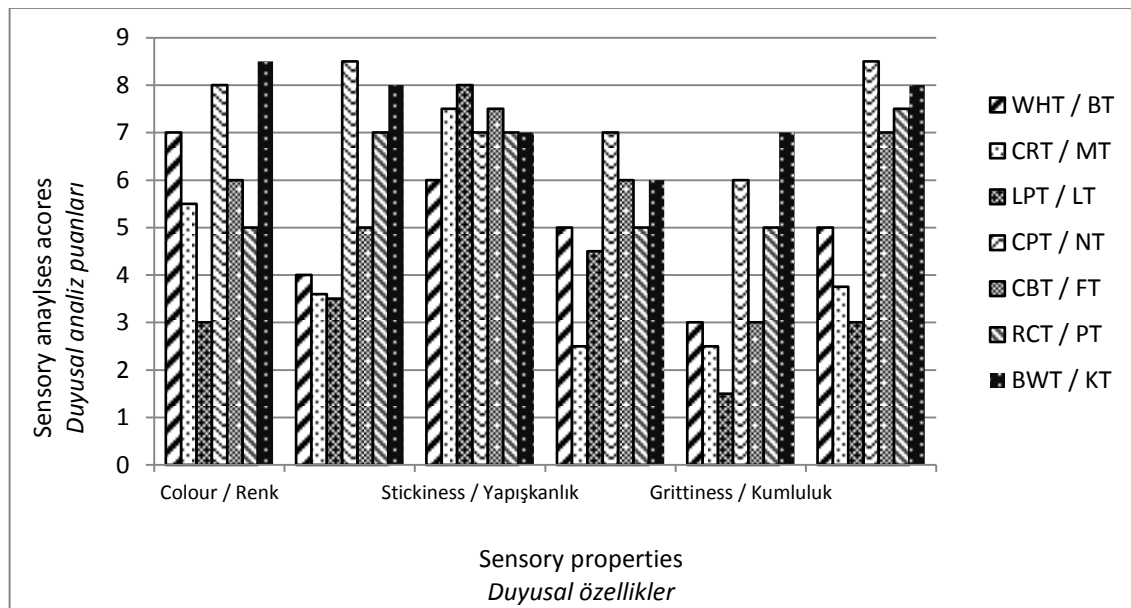


Figure 1. Sensorial properties of tarhana samples (WHT: wheat flour tarhana (as control sample); CRT: corn flour tarhana; LPT: lupin flour tarhana; CPT: chickpea flour tarhana; CBT: common bean flour tarhana; RCT: rice flour tarhana; BWT: buckwheat flour tarhana).

Şekil 1. Tarhana örneklerinin duyu özellikleri (BT: buğday unu ile üretilen tarhana (kontrol örneği); MT: mısır unu ile üretilen tarhana; LT: lupin unu ile üretilen tarhana; NT: nohut unu ile üretilen tarhana; FT: fasulye unu ile üretilen tarhana; PT: pirinç unu ile üretilen tarhana; KT: karabuğday unu ile üretilen tarhana).

Conclusions

Wheat flour as the main ingredient is traditionally used in tarhana production. The people who suffer from celiac disease are obliged to consume gluten-free products. Therefore, there has been increasing interest in replacing common gluten-free formulations made from non-wheat flours. This study was organized to determine certain physical, chemical, functional and sensorial properties of tarhana containing gluten-free flours such as CRF, LPF, CPF, CBF, RCF and BWF.

In our study, the use of different cereal and non-cereal flours affected each of the chemical and functional properties of tarhana samples significantly. Our findings showed that the use of

LPF, CPF, CBF and BWF (non-cereal flours) improved the chemical properties of tarhana when compared to the use of WHT, CRF and RCF (cereal flours). Using LPF improved the functional properties such as foaming capacity, water absorption capacity and emulsifying activity.

Since tarhana is a food product, of course its sensorial properties are very important from the standpoint of consumer acceptability. When we evaluate the results obtained from sensory analyses, the remarkable finding in this study that the use of CPF, CBF, RCF and BWF in tarhana production improved the overall acceptability scores of tarhana samples, but using LPF and CRF in tarhana formulation caused unfavourable effects in the final product.

Acknowledgments

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors. However, we have written our manuscript by using a part of a bachelor dissertation. Additionally, our study was secured by patent by TÜRK PATENT (TURKISH PATENT AND TRADEMARK OFFICE). However, a registration number has not been given to the aforementioned patent by TÜRK PATENT, yet. The reference number of the patent: 2012/03914.

References

- AACC, (2000). AACC Approved methods (10th ed.). American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, MN.
- Akoğlu, A., & Oruç, M. (2018). Metabolic food intolerances. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 22(2), 284-295.
- Aktaş, N., & Özdoğan, Y. (2016). Food and nutrition literacy. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 20(2), 146-153.
- Alamanou, S., & Doxastakis, G. (1995). Thermoreversible size selective swelling polymers as a means of purification and concentration of lupin seed proteins (*Lupinus albus* ssp. *Graecus*). *Food Hydrocolloids*, 9(2), 103-109.
- Bayrakçı, H.A., & Bilgiçli, N. (2015). Influence of resistant starches on chemical and functional properties of tarhana. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 5335-5340.
- Bilgiçli, N. (2009). Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 514-518.
- Brigide, P., Canniatt-Brazaca, S.G., & Silva, M.O. (2014). Nutritional characteristics of biofortified common beans. *Food Science and Technology Campinas*, 34(3), 493-500.
- Bolontrade, A.J., Scilingo, A.A., & Añón, M.C. (2016). Amaranth proteins foaming properties: Film rheology and foam stability - Part 2. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 141, 643-650.
- Bubert, H., & Hagenah, W.D. (1987). Detection and measurement: Inductively coupled plasma emission spectroscopy. New York, Wiley-Interscience Publication.
- Cherry, J. P., & McWatters, K. H. (1981). Whippability and aeration. In *Protein Functionality in Foods*, ed. J. P. Cherry, Vol. 147, pp. 149-176. ACS Symposium Series. American Chemical Society, New York.
- Çağlar, A., Erol, N., & Elgün, M.S. (2013). Effect of carob flour substitution on chemical and functional properties of tarhana. *Journal of Food Processes and Preservation*, 37(5), 670-675.
- Costantini, L., Lukšič, L., Molinari, R., Kreft, I., Bonafaccia, G., Manzi, L., & Merendino, N. (2014). Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. *Food Chemistry*, 165, 232-240.
- Daglioğlu, O. (2000). Tarhana as a traditional Turkish fermented cereal food. Its recipe, production and composition. *Nahrung*, 44(2), 85-88.
- Damodaran, S. (1997). *Food Proteins: An Overview: Food Proteins and Their Applications*. USA, CRC Press.
- De Almeida Costa, G.E., da Silva Queiroz-Monici, K., Pissini Machado Reis, S.M., & de Oliveira, A.C. (2006). Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. *Food Chemistry*, 94, 327-330.
- Değirmencioğlu, N., Gürbüz, O., Herken, E.N., & Yıldız, A.Y. (2016). The impact of drying techniques on phenolic compound, total phenolic content and antioxidant capacity of oat flour tarhana. *Food Chemistry*, 194, 587-594.
- Dervas, G., Doxastakis, G., Hadjisavva-Zinoviadi, S., & Trianta, N. (1999). Lupin flour addition to wheat flour doughs and effect on rheological properties. *Food Chemistry*, 66, 67-73.
- Erbaş, M., Certel, M., & Uslu, M.K. (2005). Microbiological and chemical properties of tarhana during fermentation and storage as wet-sensorial properties of Tarhana soup. *LWT - Food Science and Technology*, 38, 409-416.
- Erkan, H., Çelik, S., Bilgi, B., & Köksel, H. A. (2006). A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana. *Food Chemistry*, 97(1), 12-18.
- Ertaş, N., Bilgiçli, N., Özcan, S., & Sarı, Ş. (2014). Influence of lupin (*Lupinus albus* L.) yoghurt on mineral content and functional properties of tarhana. *Quality Assurance of Safety Crops and Food*, 6(4), 395-401.
- Hamada, J.S. (2000). Characterization and functional properties of rice bran proteins modified by commercial exoproteases and endoproteases. *Journal of Food Science*, 65(2), 305-310.
- Han, J., Janz, J.A.M., & Gerlat, M. (2010). Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International*, 43(2), 627-633.
- Hayta, M., Alpaslan, M., & Baysal, A. (2002). Effect of drying methods on functional properties of tarhana: a wheat flour-yogurt mixture. *Journal of Food Science*, 67(2), 740-744.
- Herken, E.N., & Aydin, N. (2015). Use of carob flour in the production of tarhana. *Polish Journal Of Food And Nutrition Sciences*, 65(3), 167-174.
- Hirawan, R., Ser, W.Y., Arntfield, S.D., & Beta, T. (2010). Antioxidant properties of commercial, regular- and whole-wheat spaghetti. *Food Chemistry*, 119(1), 258-264.
- Hojilla-Evangelista, M.P., Sessa, D.J., & Mohamed, A. (2004). Functional properties of soybean and lupin protein concentrates produced by ultrafiltration-diafiltration. *Journal of American Oil Chemical Society*, 81(12), 1153-1157.
- İbanoğlu, Ş., & İbanoğlu, E. (1997). The effect of heat

- treatment on the foaming properties of tarhana, a traditional Turkish cereal food. *Food Research International*, 30(10), 799-802.
- İbanoğlu, Ş., & İbanoğlu, E. (1999). Rheological properties of cooked tarhana, a cereal-based soup. *Food Research International*, 32(1), 29-33.
- Kohajdová, Z., Karovičová, J., & Schmidt, Š. (2011). Lupin composition and possible use in bakery - A review. *Czech Journal of Food Science*, 29(3), 203-211.
- Masure, H.G., Fierens, E., & Delcour, J.A. (2016). Current and forward looking experimental approaches in gluten-free bread making research. *Journal of Cereal Science*, 67, 92-111.
- Mazzeo, M.F., Bonavita, R., Bergamo, P., Siciliano, R.A., & Rossi, M. (2013). Biochemical modifications of gliadins induced by microbial transglutaminase on wheat flour. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1830, 5166-5174.
- Paraskevopoulou, A., Provatidou, E., Tsotsiou, D., & Kiosseoglou, V. (2010). Dough rheology and baking performance of wheat flour-lupin protein isolate blends. *Food Research International*, 43(4), 1009-1016.
- Recommended Daily Allowances: RDA Chart | RDA Table. <http://www.healthsupplementsnutritionalguide.com/recommended-daily-allowances/> Accessed 23 January 2018.
- Renzetti, S., & Arendt, E.K. (2009). Effects of oxidase and protease treatments on the breadmaking functionality of a range of gluten-free flours. *European Food Research and Technology*, 229(2), 307-317.
- Rewers, M. (2005). Epidemiology of Celiac Disease: What are the Prevalance, Incidence, and Progression of Celiac Disease? *Gastroenterology*, 128, 47-51.
- Sciarini, L.S., Ribotta, P.D., León, A.E., & Pérez, G.T. (2012). Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 111(4), 590-597.
- Sosulski, F., Humbert, E.S., Bui, K., & Jones, J.D. (1976). Functional properties of rapeseed flours, concentrates and isolate. *Journal of Food Science*, 41(6), 1349-1352.
- Tangüler, H. (2014). Traditional Turkish fermented cereal based products: Tarhana, boza and chickpea bread. *Turkish Journal of Agricultural and Food Science and Technology*, 2(3), 144-149.
- Tarakçı, Z., Dogan, I.S., & Koca, A.F. (2004). A traditional fermented Turkish soup, tarhana, formulated with corn flour and whey. *International Journal of Food Science and Technology*, 9(4), 455-458.
- Trugo, L.C., Von Baer, E., & Von Baer, D. (2016). Lupin Breeding. In: Smithers G (ed) Reference Module in Food Science, Elsevier, United Kingdom, 2, 174-182.
- Türksoy, S. (2018). Determination of chemical, functional and rheological properties of whole legume flours. *The Journal of Food*, 43(1), 78-89.
- Üçok, G., Cankurtaran, T., & Demir, M.K. (2019). Usage of quinoa flour in traditional tarhana production. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 23(1), 22-30.
- Wu, Y.V. (2001). Emulsifying activity and emulsion stability of corn gluten meal. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 81(13), 1223-1227.
- Yorgancılar, M., Atalay, E., & Babaoğlu, M. (2009). Mineral content of debittered white lupin (*Lupinus albus* L.) seeds. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 23(50), 10-15.
- Zucco, F., Borsuk, Y., & Arntfield, S.D. (2011). Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2070-2076.



Effect of pectin-wax coating on the quality of fresh-cut apples

Pektin-vaks kaplamanın taze kesilmiş elma kalitesi üzerine etkisi

Dima Al HABBAL¹ , Hatice Neval ÖZBEK^{1*} , Derya KOÇAK YANIK¹ , Fahrettin GÖĞÜŞ¹ 

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

To cite this article:

Habbal, D.A., Özbek, H.N., Koçak Yanık, D. & Göğüş, F. (2019). effect of pectin-wax coating on the quality of fresh-cut apples. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 313-323.
DOI:10.29050/harranziraat.517742

Address for Correspondence:

Hatice Neval ÖZBEK

e-mail:

haticeneval@gantep.edu.tr

Received Date:

25.01.2019

Accepted Date:

21.06.2019

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



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

ABSTRACT

The effect of edible coating using pectin-wax mixture and its incorporation with pistachio hull extract were investigated on the quality characteristics of fresh-cut apples. For this purpose, fresh-cut apples were treated with citric acid (control), pectin-wax (PW) mixture and pectin-wax mixture containing pistachio hull extract (PWE). The samples were kept under two separate temperatures at 5 °C for 8 days and at 20 °C for 32h. Changes in weight, color, total phenolic content, were examined at different time points along storage time. Results indicated that the apple pieces coated with PWE showed the lowest increase in browning index followed by samples coated with PW. The applications of coatings were effective on delaying the degradation of samples' colors. The effect of coating fresh-cut apples with PWE was less pronounced on a* values than on L* and b* values. Furthermore coating with PW was affected L* values significantly. The temperature was also a factor affecting the samples color. It was observed that samples kept at 5 °C have maintained the color coordinates. Weight loss was observed significantly in uncoated samples comparing to those prepared with coating. The weight losses were 4.77±0.21% and 6.60±0.24% at 20 °C, while these values were 17.29±0.54 and 26.81±0.60 at 5 °C for coated and uncoated samples respectively. The coatings were effective in maintaining phenolic components. Total phenolic contents were 187.86±0.95 and 199.80±0.99 mg GAE 100 g⁻¹ apple at 5°C for uncoated and coated sample with pistachio hull extract, respectively. However, phenolic contents were recorded as 128.89±0.80 and 130.53±0.86 mg GAE 100 g⁻¹ apple after 32 h storage time at 20 °C for uncoated and coated sample with pistachio hull extract, respectively.

Key Words: Fresh-cut apple, Browning, Color parameters, Pectin, Wax

ÖZ

Pektin-mum (vaks) (PW) karışımı ve bu karışımın antepfıstığı kabuğu ekstraktı ile birleştirilmesinden oluşan yenilebilir film kaplamanın, taze kesilmiş elmaların kalite özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla taze kesilmiş elmalar, sitrik asit (kontrol), pektin-mum (vaks) (PW) karışımı ve antepfıstığı kabuğu ekstraktı içeren pektin-mum (vaks) (PWE) karışımı ile muamele edilmiştir. Örnekler 5 ° C'de 8 gün ve 20 ° C'de 32 saat olmak üzere iki ayrı sıcaklıkta depolanmıştır. Depolama süresi boyunca farklı zaman aralıklarında ağırlık, renk, toplam fenolik içeriğinde meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. Esmerleşme indeksinde en düşük artışı fıstık kabuğu ekstraktı içeren pektin-mum (vaks) ile kaplanmış elma parçaları göstermiş, onu pektin-mum (vaks) ile kaplanmış örnekler takip etmiştir. Uygulanan kaplamalar örneklerin renklerinde meydana gelen bozulmayı engellemede etkili olmuştur. Taze kesilmiş elmaların fıstık kabuğu ekstraktı içeren pektin-mum (vaks) ile kaplanması L* ve b* değerlerine göre *a değeri üzerinde daha az etkili olmuştur. Ek olarak pektin-mum (vaks) ile kaplama L* değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Sıcaklık örneklerin rengini etkileyen diğer bir faktördür. 5 °C sıcaklıkta saklanan örneklerin renklerini korudukları gözlemlenmiştir. Kaplanmamış örneklerde kaplanmış örneklere kıyasla önemli ölçüde ağırlık kaybı gözlenmiştir. Ağırlık kaybı kaplanmış ve kaplanmamış örnekler için sırasıyla 20 ° C'de % 4.7 ±0.21 ve % 6.60±0.24 iken, bu değerler 5 ° C'de 17.29 ± 0.54 ve 26.81 ± 0.60 idi. Kaplamalar fenolik bileşenlerin korunmasında etkili olmuştur. Toplam fenolik içeriği fıstık kabuğu ekstresi ile kaplanmış ve kaplanmamış örnekler için sırasıyla 5 ° C'de 187.86 ± 0.95 ve 199.80 ± 0.99 mg GAE 100 g⁻¹

elma idi. Ancak toplam fenolik içeriği 20 ° C'de 32 saat depolama süresinden sonra fıstık kabuğu ekstresi ile kaplanmış ve kaplanmamış örnekler için sırasıyla 128.89±0.80 ve 130.53±0.86 mg GAE 100 g⁻¹ olarak kaydedildi.

Anahtar Kelimeler: Taze kesilmiş elma, Esmerleşme, Renk parametreleri, Pektin, Mum (vaks)

Introduction

Food packaging is a process that demands science, art and technology of protecting edible goods when these three are combined, the product is ready for sale or to be shipped. Ready-to-eat (RTE) is a trendy food and increasingly has been used in modern lifestyle. Popularity of RTE food types is growing, especially amongst women who are preoccupied with activities outside. Ongoing efforts to provide the best options to mitigate the challenges of shelf-life extension for these kinds of food. Many studies are trying to produce new technologies and preservation procedures, which include bringing them in line with the increasing volume of purchasing (Manalili et al., 2011).

Recently, edible coating applications have been under intentness for their great role into promoting product shelf-life. It is an alternative to reduce the deterioration caused by minimal processing of fresh fruits (León-Zapata et al., 2015). Edible coatings provide semipermeable barrier to extend the shelf-life of fresh-cut products by reducing the migration of moisture and solute, transmission of gas, maturation process and oxidative reaction rates (Perez-Gago et al., 2005). Their protective function may also be enhanced with the addition of antioxidants, antimicrobials, colorants, flavors, nutrients and etc. In this way, they may also act as carriers of food additives (Robles-Sánchez et al., 2013).

Apples are extremely rich in important antioxidants, flavonoids, and dietary fiber (Du et al., 2019). It is also one of the most consumable fruits internationally (Carbone et al., 2011). Turkey is one of the biggest producer of apple with the annual production of 3,032,164 tonnes (FAO, 2019). In respect of apple importance, the apple fruit has been engaged into the experimental design to apply the technique of coating.

Pistachios (*Pistacia vera* L.) fruit is well known for its oleaginous and edible seed. Less information is available about the hull constituted by the epicarp and the mesocarp. This part of the fruit contains an essential oil that can be valorized (Chahed et al., 2007). Turkey is the second largest pistachio producer after United States with the annual production of 155,000 tonnes (USDA, 2017). Organic hull is covering the harvested pistachio fruit. A key by-product from pistachio is produced from essential process after harvesting called dehulling (remove the organic hull) applied on the pistachio fruit (Pineiro, 2001). Dry matter of dehulling process is a great source of antioxidant, phenolic compounds and essential oil such as α -pinene and alpha terpinolene (Özel et al., 2004; Goli et al., 2005). Moreover, green hull is a good source of protein, fat, mineral salts and vitamins (Goli et al., 2005; Chahed et al., 2008).

The aim of the present study is to formulate a new edible coating using pectin-wax mixture and its incorporation with pistachio hull extract to enhance the coating process efficiency and quality attributes of fresh-cut apples.

Material and Methods

Materials

Pectin APA 168 DB powder and carnauba wax were procured from Cagdas Kimya (Istanbul, Turkey). Folin-Ciocalteau phenol reagent, citric acid (CA), gallic acid, sodium carbonate (Na₂CO₃) and other chemicals were purchased from Sigma-Aldrich Corp. (St. Louis, Mo., U.S.A.).

Coating formulations

Two different coating mixtures were prepared to coat the fresh fruit cuts. Wax solution (40 %, w/v) (mixture 1) was prepared through mixing 10 g wax-flakes in 250 ml heated water using a hot plate (Isolab, 613.01.001, Germany) at 80±5 °C. After wax started softening a homogenizer was

used to get a homogeneous solution at 15000 rpm for 15 min using IKA® ULTRA-TURRAX® T18 Homogenizer (Staufen, Germany). Pectin solution (80 %, w/v) (mixture 2) was prepared by dissolving 20 g powdered pectin into 250 ml water at 80±5 °C throughout bain marie. Then, the solution stirred at 300 rpm for 30 min using a homogenizer.

Mixture 1 added to mixture 2 at 80±5 °C on a hot plate. Then 15 minutes stirring applied at 15000 rpm and the first coating material pectin-wax (PW) solution was formed. Finally, the solution was cooled to room temperature and then used immediately.

Pistachio hull extract was obtained to prepare pectin-wax mixture containing pistachio hull extract (PWE). 10 g of dried and powdered pistachio hull was extracted with 250 mL of 50 % ethanol (v/v) for 2 h at 60 °C in a rotary incubator (New Brunswick Scientific, Nova 40, Edison, NJ, USA). At the end of the extraction, the mixture was centrifuged at 6000 rpm for 15 min (Hettich-EBA 20, Andreas Hettich GmbH & Co. KG, Germany) and the supernatant was collected. Subsequently, the supernatant was concentrated at 40 °C under vacuum using a rotary vacuum evaporator (Heidolph Instrument GmbH & Co. KG, Schwabach, Germany) and the concentrated extract was subjected to the liquid-liquid extraction with ethyl acetate (1:1, v:v) to get a purified extract. Then, the ethyl acetate fraction was collected and the solvent was evaporated at 40 °C under vacuum.

1 g of pistachio hull extract was added to the solution after the addition of mixture 1 to mixture 2 using the same method as described above to form the second coating solution (PWE).

Fruit selection and preparation

The green uniform sized, defect-free apples (Granny Smith) were purchased from local market. The fresh apples stored at 4°C before processing. The apples were washed, peeled and cut into square pieces (approximately 2.5cm × 2.5cm × 0.7cm). A sharp stainless-steel knife was used throughout the process to reduce

mechanical bruising and samples were processed in a temperature-controlled room at 20±1°C. The fresh-cut pieces immersed into a 100 mg l⁻¹ citric acid solution (pH≈3) for 5 min before coating process in order to avoid the enzymatic browning. After draining, the fresh-cut apples were dipped into the coating solutions for 3 min and then all pieces drained over a metal mesh for 10 min. A maximum of 15 apples were processed at the same time to minimize excessive exposure to oxygen. Control samples were drained from citric acid and kept without any further treatment. Four apple pieces were placed in each foil tray, a total of 69 trays were prepared for all treatments. All trays were covered with plastic wrap. Finally, samples were stored under two different temperatures; 5±2°C and 20±2° C for 8 days and 32 h, respectively.

Weight loss determination

The weight of samples was measured at time 0 and at the different sampling times for both storage conditions and treatments by weighing three trays containing for apple pieces. Results were expressed as the percentage loss of initial weight (%) for non-coated and coated samples. The weight loss (%) on wet basis (wb) of samples was defined through the following linearized form of the Peleg equation:

$$\text{Weight Loss (\%)} = \frac{W_{L_t} - W_{L_0}}{W_{L_0}} \times 100 \quad (1)$$

Where; W_{L_t} = weight of the sample at any point (g) and W_{L_0} = initial weight of the sample (g).

Color measurements

The color measurements were made periodically by a HunterLab ColorFlex instrument (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA) for each treatments and storage conditions using the CIELAB color parameters, L*, a*, and b*. Each measurement was taken at three locations for each apple piece. A Minolta standard white calibration plate was used for the calibration of colorimeter. Furthermore, the results were reported as browning index (BI)

using the following formula:

$$BI = \frac{(x-0.31)}{0.172} \times 100 \quad (2)$$

Where:

$$x = \frac{(a^*+1.75L^*)}{(5.645L^*+a^*-3.012b^*)} \quad (2.1)$$

Also, the total color difference (ΔE (Eq. (3)), chroma C^* (Eq. (4)), Hue angle (Eq. (5)) were calculated from the Hunter L^* , a^* , b^* values and used to describe the color changes during storage.

$$\Delta E = \sqrt{(L_o - L^*)^2 + (a_o - a^*)^2 + (b_o - b^*)^2} \quad (3)$$

Where symbol "o" in ΔE refers to the color reading of fresh apples.

$$\text{Chroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (4)$$

$$\text{Hue angle} = \tan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)^{-1} \quad (5)$$

Total phenolic contents

The total phenolic content (TPC) of noncoated sample (NCS) and the samples coated with extract (CSX) stored at 20 °C and 5 °C was determined at the end of the storage period using Folin-Ciocalteu method. The procedure reported by Song et al. (2010) was used at a wavelength of 760 nm. TPC of samples was calculated using a gallic acid calibration curve. The results were expressed as gallic acid equivalent (mg GAE 100 g⁻¹ apple).

Statistical analysis

Effects of the coating on quality parameters were interpreted relating the coefficients of the parameters and corresponding p values. The p value below 0.05 indicates a confidence interval of 95%. For weight loss and total phenolic content experiments, two sample replicates were analyzed at each corresponding time whereas for color assessment three sample replicates were analyzed at each corresponding time. The least square (LS) means values were considered for all recorded data. XLSTAT (Microsoft® Excel® 2016 MSO (16.0.9226.2126) 46-bit.) was used to conduct Analysis of Variance (ANOVA).

Results and Discussion

Weight loss

Average weight of the non-coated sample (NCS) and coated sample (CS) was recorded during storage period at 5 °C and 20 °C and weight loss (%) was calculated. Figure 1 and Figure 2 shows the weight loss of samples stored at 5 °C and 20 °C, respectively. Both coated and non-coated samples experienced a significant weight loss during storage time. The results indicated a dramatically lower percent weight loss in CS when compared to the NCS. The weight loss for CS (4.77±0.21%) was considerable different from the NCS (6.60±0.24%) after the storage period of 32 h at 20 °C. Similarly, the results showed a lower weight loss for CS (17.29±0.54) compared to NCS (26.81±0.60) after 8 days at 5 °C.

Fresh-cut products are highly vulnerable to lose weight since they have elevated water transpiration rates (Watada and Qi, 1999; Toivonen and Brummell, 2008). Therefore, edible coatings help to decrease water loss of fresh-cut products (Raybaudi-Massilia et al., 2008).

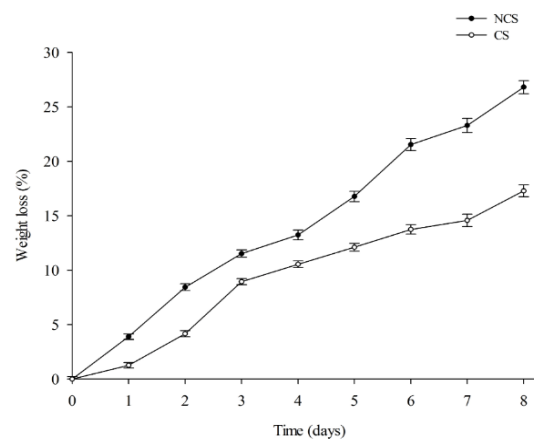


Figure 1. Effect of coating on weight loss of fresh-cut apples during storage at 5 °C. (NCS:Noncoated sample, CS: Coated sample)

Şekil 1. Kaplamanın 5 °C'de depolama boyunca taze kesilmiş elmaların ağırlık kaybına etkisi. (NCS:Kaplınmamış örnek, CS: Kaplanmış örnek)

The results of this study suggested a significant influence of the coating process to reduce the fresh weight loss thus extend the shelf life of treated samples with coating solution. The findings are in harmony with the results reported by Kraśniewska et al. (2014) who assessed the

effects of pullulan coating on weight loss of pepper kept at 16°C for 14 and 28 days and apple at 16°C and 2°C for 14 and 28 days, respectively.

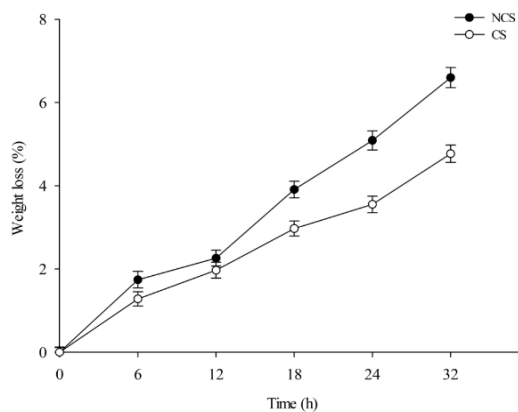


Figure 2. Effect of coating on percentage weight loss of fresh-cut apples during storage at 20 °C. (NCS:Noncoated sample, CS: Coated sample)

Şekil 2. Kaplamanın 20 °C'de depolama boyunca taze kesilmiş elmaların yüzde ağırlık kaybına etkisi. (NCS:Kaplanmamış örnek, CS: Kaplanmış örnek)

Their results showed that the coating process resulted extension of storage time by the means of preservation of weight and reduction of water transportation. It has been also reported that the use of lipids as a coating material decreases the weight loss (Kester and Fenema, 1986) in fruits as apples (Assis and Pessoa, 2004), mangoes (Hoa and Marie Noelle, 2008), green bell peppers (Beaulieu et al., 2009) and lemons (Bisen et al., 2012).

Color change

Fresh color of fruits and vegetables is enhancing the customers' appeal to consume the

products. During storage, color change is one of the most important changes in fresh-cut fruit which directly affects perception of quality by customers (Olivas and Barbosa-Cánovas, 2005). In the study context, color measurements were an essential factor to evaluate the impact of coating process on cut-fresh apples. Further analysis was conducted after measuring the color coordinates L*, a* and b* for all coated and non-coated samples. A better understanding of the fluctuation of color coordinates was explored through calculating chroma, hue angle, browning index (BI) and ΔE -the color variation.

The coating treatment with pistachio hull extract had a significant negative effect ($p \leq 0.05$) on L* values; by the means of the lowest L* values (LS means=69.64) at the end of storage period at 5 °C (Figure 3). Whereas coated samples with PW showed the highest ability of maintaining L* (LS means=72.34) amongst the treatments followed by the CS (LS means=70.446). Significant differences were found between samples coated with PW compared to CSX ($p \leq 0.05$). No significant differences were observed between NCS and CS regarding L* values ($p=0.27$). As shown in Figure 3, the highest values of L* were observed for CS as followed by NCS and CSX at 20 °C, this might be explained by the effect of the light brown color of pistachio hull extract that affect L* values and brightnees of samples.

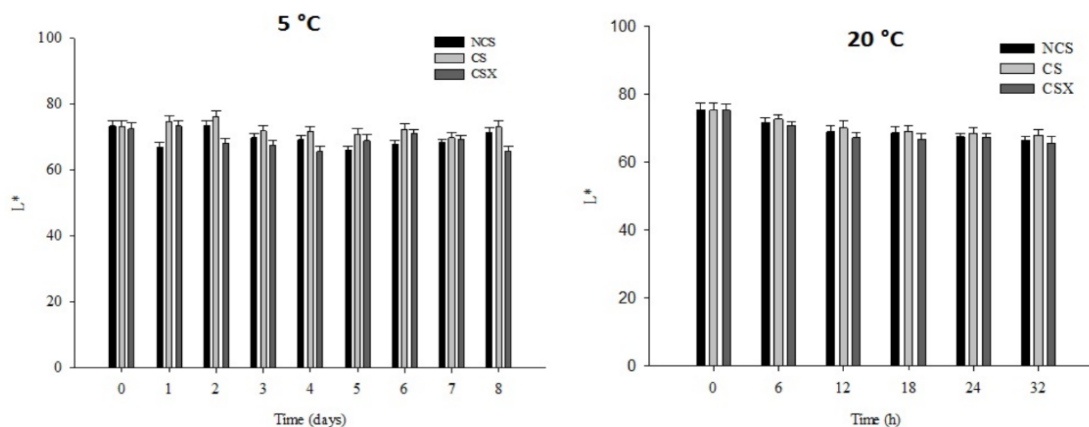


Figure 3. Effect of different apple coating applications on L* values during storage at 5 °C and 20 °C. (NCS:Noncoated sample, CS: Coated sample, CSX: Coated sample with extract)

Şekil 3. Elmada farklı kaplama uygulamalarının 5 °C ve 20 °C'deki depolama boyunca L* değerlerine etkisi. (NCS:Kaplanmamış örnek, CS: Kaplanmış örnek, CSX: Ekstrakt ile kaplanmış örnek)

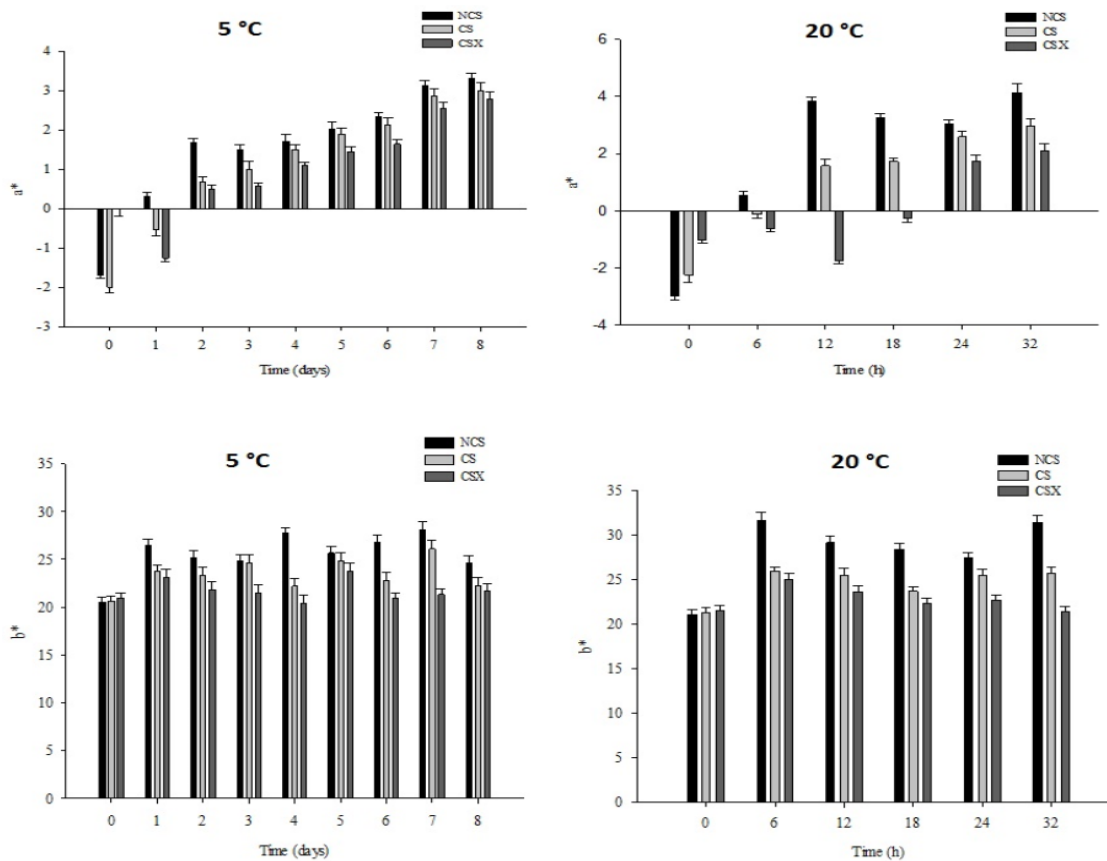


Figure 4. Effect of different apple coating applications on a^* and b^* values during storage at 5 °C and 20 °C. (NCS:Noncoated sample, CS: Coated sample, CSX: Coated sample with extract)

Şekil 4. Elmada farklı kaplama uygulamalarının 5 °C ve 20 °C'deki depolama boyunca a^* ve b^* değerlerine etkisi. (NCS:Kaplanmamış örnek, CS: Kaplanmış örnek, CSX: Ekstrakt ile kaplanmış örnek)

Figure 4 shows the a^* and b^* values of samples during the storage period at both temperatures of 5 and 20°C. Coating fresh-cut apples with PWE was a significant source of variation in regards of b^* . Significant differences were found between CSX and NCS ($p=0.001$), similarly between CSX and CS ($p=0.001$). However, no significant effect was found between CSX and CS ($p=0.06$). The positive effect of the PWE was observed at both storage temperature. As a result, lower b^* values were shown with CSX (LS means= 22.33) followed by b^* values of CS (LS means= 23.43) and higher b^* values recorded of NCS (LS means= 26.21). Therefore, the coating process played a significant role to protect the degradation of b^* values, thus maintaining the yellowness of the samples.

Meighani et al. (2015) studied the coating process on pomegranate fruit by using three different coating materials; resin wax (Britex Ti), carnauba wax (Xedasol M14), and chitosan (1 and 2 % w/v) and evaluated the quality parameters of samples during 40, 80 and 120 days storage at 4.5

°C and 3 additional days at 20 °C. Their results showed that the carnauba wax could maintain considerably higher fruits quality in compare to other coating materials. They have also obtained a significant increase in b^* values in the last days of storage and they reported lower b^* values for the coated sample compared to control although no significant differences were observed among coating treatments.

The findings of this study are completely in line with what reported by Meighani et al. (2015). It's worthy to mention that at the end of storage, the highest and lowest b^* were recorded with PWE and control fruits with mean 26.21 ± 0.6 and 22.33 ± 0.5 , respectively, while b^* value for the PW coating was recorded as 23.44 ± 0.3 . No significant differences were observed in regards of a^* values amongst all treatments ($p \leq 0.05$); however, the CSX shows the highest ability to maintain a^* values along storage at lower and higher temperatures (Figure 4). LS means of a^* showed lower values of CSX (LS means=0.54)

followed by CS (LS means=0.62), lastly, higher values of a^* recorded for NCS (LS means=1.40).

Figure 5 and Figure 6 shows the effect of coating type on BI of fresh-cut apples stored at 5 °C and 20 °C, respectively. The obtained results demonstrated that coating process had a significant effect on BI values of samples ($p \leq 0.05$). However, no significant differences were observed between CS and CSX ($p \geq 0.05$). Coating the samples with PWE has the highest effect on browning index and the lowest BI value was recorded for CSX. Storing samples on a lower temperature (5 °C) showed lower browning index records in a respect to data recorded for samples stored at 20 °C. However the differences were not significant ($p \geq 0.05$).

A research conducted by Alves et al. (2017) showed that the application of soybean coating incorporated with ferulic acid could have significant positive impact on a^* values. They reported that the coating reduced the rise of a^* values for the treated apples after 7 days of storage at 10°C whose increase is associated with an increase in red color.

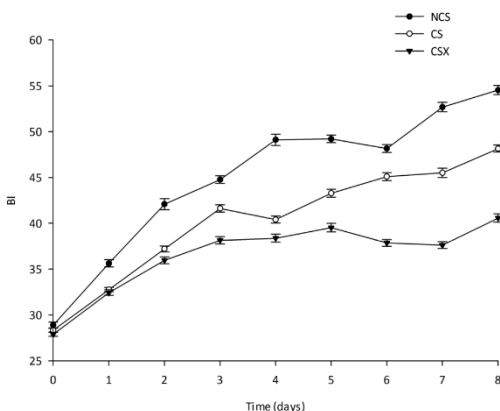


Figure 5. Effect of different apple coating applications on browning index during storage at 5 °C. (NCS:Noncoated sample, CS: Coated sample, CSX: Coated sample with extract)

Şekil 5. Elmada farklı kaplama uygulamalarının 5 °C'deki depolama boyunca esmerleşme indeksi üzerine etkisi. (NCS:Kaplanmamış örnek, CS: Kaplanmış örnek, CSX: Ekstrakt ile kaplanmış örnek)

Oms-Oliu et al. (2008) studied the effect of alginate and gellan based coatings incorporated with antioxidants; N-acetylcysteine and glutathione to preserve the quality of fresh-cut pears. Their results showed that incorporation of antioxidants into coating solutions has a positive influence in

avoiding browning and intercept browning edges in pears pieces over storage period. On the other hands, substantial decrease observed after calculating the hue angle values, related to browning development, in both coated or non-coated fresh-cut pears that not handled with antioxidants.

Ceroli et al. (2018) applied various preservation technologies on potato cubes including application of edible coating, osmotic dehydration and antioxidants, and immersion in antioxidants to determine major changes in quality indicators including color indexes; L^* , a^* , b^* , BI and ΔE . Final results indicated that a^* , ΔE and BI showed differences between conservation technologies, otherwise no significant variations showed between treatments for L^* and b^* parameters. Immersing potato cubes into antioxidants resulted lower values of a^* . Also, lower value of ΔE amongst all other treatments. The positive impact of antioxidants could be explained with the capabilities of antioxidants against oxygen interaction that causes enzymatic browning and facilitating color changes.

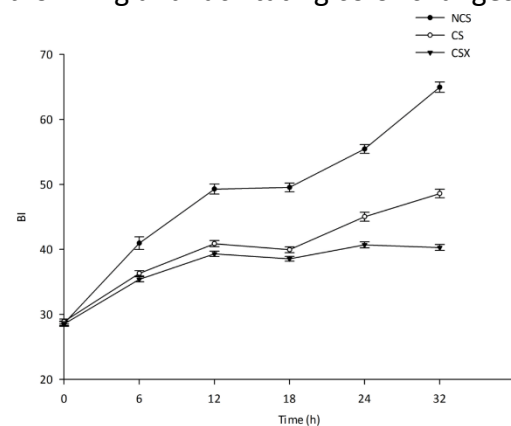


Figure 6. Effect of different apple coating applications on browning index during storage at 20 °C. (NCS:Noncoated sample, CS: Coated sample, CSX: Coated sample with extract)

Şekil 6. Elmada farklı kaplama uygulamalarının 20 °C'deki depolama boyunca esmerleşme indeksi üzerine etkisi. (NCS:Kaplanmamış örnek, CS: Kaplanmış örnek, CSX: Ekstrakt ile kaplanmış örnek)

A review by Muñoz-Labrador et al. (2018) showed that pectin coatings had better behavior in the color variation (ΔE) after applying the citrus pectin treatment as an edible coating on strawberries during storage. Generally, the pectin coatings presented a better behavior in the variation of color with respect to the control.

Table 1. C*, hue, and ΔE values for the samples of noncoated, coated and coated with extract at 5 °C.

Çizelge 1. Kaplanmamış, kaplanmış ve ekstrakt ile kaplanmış örneklerin 5 °C'deki C, renk açısı ve ΔE değerleri.*

Time Zaman	Noncoated sample Kaplanmamış örnek			Coated sample Kaplanmış örnek			Sample coated with extract Ekstrakt ile kaplanmış örnek		
Day Gün	C*	hue	ΔE	C*	hue	ΔE	C*	hue	ΔE
0	20.59	2.53	0	22.59	0.42	0	20.96	0.35	0
1	26.53	-0.38	7.53	21.79	29.15	2.62	23.15	2.03	1.90
2	25.18	-0.58	6.06	23.31	0.17	2.89	21.85	-26.17	7.33
3	24.84	-0.01	8.03	24.67	2.74	6.84	21.53	-0.12	7.98
4	27.90	-1.57	10.72	22.21	1.50	5.73	20.53	-51.95	9.92
5	25.72	0.08	7.56	24.88	-1.19	9.50	23.89	-0.73	10.00
6	26.83	0.05	7.84	22.83	0.27	6.79	21.01	2.70	7.66
7	28.28	-0.77	10.66	26.12	0.06	10.40	21.42	0.49	9.18
8	24.60	-0.16	5.21	22.26	-2.29	6.24	21.77	2.93	9.71

Table 2. C*, hue and ΔE values for the samples of noncoated, coated and coated with extract at 20 °C.

Çizelge 2. Kaplanmamış, kaplanmış ve ekstrakt ile kaplanmış örneklerin 20 °C'deki C, renk açısı ve ΔE değerleri.*

Time Zaman	Noncoated sample Kaplanmamış örnek			Coated sample Kaplanmış örnek			Sample coated with extract Ekstrakt ile kaplanmış örnek		
h saat	C*	hue	ΔE	C*	hue	ΔE	C*	hue	ΔE
0	21.31	-1.04	0.00	19.43	0.93	0.00	21.58	0.99	0.00
6	31.83	-0.40	13.73	21.98	0.18	5.90	25.04	0.17	5.07
12	29.30	-2.04	11.10	25.49	-0.67	8.53	23.61	-4.80	5.63
18	28.41	-5.90	9.60	23.71	-2.74	7.65	22.28	1.27	7.95
24	25.62	-0.61	20.32	27.59	0.36	12.28	22.73	2.03	7.38
32	31.69	0.26	14.98	25.82	-5.12	11.78	21.59	0.73	8.91

The Chroma (C*) relates the chromatic parameters a*, b* and L*, and reflects the enzymatic activity being greater whenever that value decreases (Muñoz-Labrador et al., 2018). CSX showed the lowest values of C* (LS means= 22.33) preceded by CS (LS means= 23.78) and NCS had the highest C* values at 5 °C (LS means= 26.71) as values given in Table 1. Table 2 shows LS means values of C*, hue, and ΔE when the samples are kept at 20 °C. Significant differences were observed between C* values of coated and uncoated samples (p=0.001). In contrast with, hue values where CSX showed the lowest hue values (LS means= -4.39), On the other hand, PW samples had (LS means=2.02) and the highest hue values recorded for NCS (LS means=-0.42) and the differences were not significant amongst the treatments(p≥0.05).

Total phenolic contents

Testing the concentrations of phenolic content in a product provides a summary about the treatments used and also gives an idea about product deterioration throughout the storage process. Furthermore, oxidize phenolic components

forming o-quinones which is speeding up the process of browning reactions eventually brown pigments formulation happened (Sapers, 1993).

Enhancing pectin-wax coating with pistachio hull extract to form edible PWE coating has a positive impact on sustaining the concentration of TPC in fresh-cut apples at both 20 and 5 °C temperatures. Table 3 shows TPC values by testing total phenolic levels at time zero and by the end of experiments. The results showed that the samples treated with pistachio hull extract-based coating had higher TPC compared to non-coated samples. Increasing TPC for coated sample with pistachio hull extract can be explained by the extract contribution since pistachio hull is known as high content of natural antioxidants. However, the effect of PWE was not significant (p≥0.05) with a confidence interval of 95%. In regards of storage temperature effect, analysis indicates that storage temperature did not have a significant effect on NCS and CSX, however samples kept at lower temperature could maintain higher TPC values (LS means=157.64) compared to samples stored at 20 °C (LS means=125.58).

Table 3. Effect of coating with pistachio hull extract on the total phenolic content (TPC) (mg GAE 100 g⁻¹ apple) of samples during storage at 5 °C and 20 °C.Çizelge 3. Antepfıstığı kabuğu ekstraktı ile kaplamanın 5 °C ve 20 °C'deki depolama boyunca örneklerin toplam fenolik içeriğine (TPC) (mg GAE 100 g⁻¹ elma) etkisi.

Sample Örnek	5°C		20°C	
	Time (days) Zaman (gün)		Time (h) Zaman (saat)	
	0	8	0	32
Noncoated sample Kaplanmamış örnek	120.56±0.87	187.86±0.95	120.56±0.89	128.89±0.80
Sample coated with extract Ekstrakt ile kaplanmış örnek	122.36±0.72	199.80±0.99	122.36±0.76	130.53±0.86

The findings are aligned with the results reported by Simões et al. (2009) who studied modified atmosphere packaging (MAP) and edible coating on carrot sticks. Their results showed that some phenolic components identified at day 0 were lost by the end of evaluated storage period. Whereas, new undetected phenolics were formed in respect of coated carrot sticks. Tudela et al. (2002) reported similar findings explored with testing fresh-cut potato. Synthesized phenolics might explained by wounding the product and cooling storage temperature by the means of mechanism of abiotic stress (Cisneros-Zevallos, 2003). Santagata (2018) used the edible coatings based on pectin and honey on dehydrated cut fruits to promote fruit conservation. According to their results the coated and non-coated fruits reported losing in total phenolic contents, however values of coated samples were shifted at higher concentration interval. This result was attributed to the fruit dehydration, followed by the increasing in substances contents such as; solutes and bioactive and also usage of honey-based coating that contribute into supporting phenolic contents of treated dried fruits. It's known that the honey has very high polyphenols content naturally (Al-Mamary et al., 2002).

Conclusion

The results of this study give some insight into pectin-wax coating and its incorporation with pistachio hull extract for the edible coating of fresh-cut apples. The findings showed that edible coating has a significant role to maintain product

color and reduce the browning of fresh-cut apples. Furthermore, coating process can extend the shelf-life of apple pieces.

Investing in innovative food packaging techniques such as edible coatings is extremely important to maintain the food value chains and increase the food production to its maximum thus, contributes into protecting environment and reduce the massive plastic packages are used in food industry. Adoption of suitable packaging technologies by the food industry can be useful to extend the shelf life, improve quality, safety, and provide information about the product. The findings of this research can open the door for further studies on incorporating pistachio hull extract as a natural additive into edible coating materials and the opportunities to scale up the production of this innovative coating materials for industrial purposes.

References

- Al-Mamary, M., Al-Meeri, A., & Al-Habori, M., (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, 22(9): 1041-1047.
- Alves, M. M., Gonçalves, M. P., & Rocha, C. M., (2017). Effect of ferulic acid on the performance of soy protein isolate-based edible coatings applied to fresh-cut apples. *Food Science and Technology*, 80: 409-415.
- Assis, O., & Pessoa, J., (2004). Preparation of thin films of chitosan for use as edible coatings to inhibit fungal growth on sliced fruits. *Brazilian Journal of Food Science*, 7(1): 17-22.
- Beaulieu, J. C., Park, H. S., Ballew Mims, A. G., & Kuk, M. S., (2009). Extension of green bell pepper shelf life using oilseedderived lipid films from soapstock. *Industrial Crops and Products*, 30: 271-275.
- Bisen, A., Pandey, S. K., & Patel, N., (2012). Effect of skin coating on prolonging shelf life of kagzi lime fruits

- (Citrus aurantifolia Swingle). *Journal of Food Science and Technology*, 49: 753-759.
- Carbone, K., Giannini, B., Picchi, V., Scalzo, R. L., & Cecchini, F., (2011). Phenolic composition and free radical scavenging activity of different apple varieties in relation to the cultivar, tissue type and storage. *Food Chemistry*, 127(2): 493-500.
- Ceroli, P., Garcia Procaccini, L. M., Corbino, G., Monti, M. C., & Huarte, M., (2018). Evaluation of Food Conservation Technologies for Potato Cubes. *Potato Research*, 1-11.
- Chahed, T., Dhifi, W., Hamrouni, I., Msaada, K., Bellila, A., Kchouk, M. E., & Marzouk, B., (2007). Comparison of pistachio hull essential oils from different Tunisian localities. *The Italian Journal of Biochemistry*, 56(1), 35-39.
- Chahed, T., Dhifi, W., Hosni, K., Msaada, K., Kchouk, M. E., & Marzouk, B., (2008) Composition of Tunisian pistachio hull essential oil during fruit formation and ripening. *Journal of Essential Oil Research*, 20(2): 122-125.
- Cisneros-Zevallos, L., (2003). The use of controlled postharvest abiotic stresses as a tool for enhancing the nutraceutical content and adding-value of fresh fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, 68(5): 1560-1565.
- De León-Zapata, M. A., Sáenz-Galindo, A., Rojas-Molina, R., Rodríguez-Herrera, R., Jasso-Cantu, D., & Aguilar, C. N., (2015). Edible candelilla wax coating with fermented extract of tarbush improves the shelf life and quality of apples. *Food Packaging and Shelf Life*, 3: 70-75.
- Du, G., Zhu, Y., Wang, X., Zhang, J., Tian, C., Liu, L., Meng, Y., & Guo, Y., (2019) Phenolic composition of apple products and by-products based on cold pressing technology. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3): 1389-1397.
- FAO, (2019). Statistical data of FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Access date: 15.01.2019.
- Goli, A.H., Barzegar, M., & Sahari, M. A., (2005) Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food Chemistry*, 92(3): 521-525.
- Hoa, T. T., & Marie Noelle, D., (2008). Effects of different coatings on biochemical changes of "cat hoa loc" mangoes in storage. *Postharvest Biology and Technology*, 48: 150-152.
- Kester, J., & Fennema, O., (1986). Edible Films and Coatings: A Review. *Food Technology*, 40(1): 47-59.
- Kraśniewska, K., Gniewosz, M., Synowiec, A., Przybył, J. L., Bączek, K., & Węglarz, Z., (2014). The use of pullulan coating enriched with plant extracts from *Satureja hortensis* L. to maintain pepper and apple quality and safety. *Postharvest Biology and Technology*, 90: 63-72.
- Manalili, N. M., Dorado, M. A., & Otterdijk, R., (2011). Appropriate food packaging solution for developing countries. Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 28 p.
- Meighani, H., & Ghasemnezhad, M., Bakhshi, D., (2015). Effect of different coatings on post-harvest quality and bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. *Food Science and Technology*, 52(7): 4507-4514.
- Muñoz-Labrador, A., Moreno, R., Villamiel, M., & Montilla, A., (2018). Preparation of citrus pectin gels by power ultrasound and its application as edible coating in strawberries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(13): 4866-4875.
- Olivas, G. I., & Barbosa-Cánovas, G. V., (2005). Edible coatings for fresh-cut fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(7-8): 657-670.
- Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O., (2008). Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears. *Postharvest Biology and Technology*, 50(1): 87-94.
- Özel, M. Z., Gogus, F., Hamilton, J. F., & Lewis, A. C., (2004). The essential oil of *Pistacia vera* L. at various temperatures of direct thermal desorption using comprehensive gas chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. *Chromatographia*, 60(1-2): 79.
- Perez-Gago, M. B., Serra, M., Alonso, M., Mateos, M., & Del Río, M. A., (2005). Effect of whey protein-and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 36(1): 77-85.
- Pineiro, M., (2001). Manual on the application of the HACCP system in mycotoxin prevention and control (No. 73). Food & Agriculture Organization of the United Nations.
- Raybaudi-Massilia, R. M., Mosqueda-Melgar, J., & Martín-Belloso, O., (2008). Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon. *International Journal of Food Microbiology*, 121(3): 313-327.
- Robles-Sánchez, R. M., Rojas-Graü, M. A., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G., & Martín-Belloso, O., (2013). Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1): 240-246.
- Santagata, G., Mallardo, S., Fasulo, G., Lavermicocca, P., Valerio, F., Di Biase, M., & Volpe, M. G., (2018). Pectin-honey coating as novel dehydrating bioactive agent for cut fruit: Enhancement of the functional properties of coated dried fruits. *Food Chemistry*, 258: 104-110.
- Sapers, G. M., (1993). Browning of foods: control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technology*, 47(10): 75-84.
- Simões, A. D., Tudela, J. A., Allende, A., Puschmann, R., & Gil, M. I., (2009). Edible coatings containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals of carrot sticks. *Postharvest Biology and Technology*, 51(3): 364-370.
- Song, F. L., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xiao, Q., Kuang, L., & Li, H. B., (2010). Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected Chinese medicinal plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(6): 2362-2372.
- Toivonen, P. M., & Brummell, D. A., (2008). Biochemical

bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 48(1): 1-14.

Tudela, J. A., Cantos, E., Espín, J. C., Tomás-Barberán, F. A., & Gil, M. I., (2002). Induction of antioxidant flavonol biosynthesis in fresh-cut potatoes. Effect of domestic cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,

50(21): 5925-5931.

U. S. Dept. Agriculture, (2017). Foreign Agricultural Service, Tree Nuts: World Markets and Trade. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/TreeNuts.pdf> Access date: 15.05.2018.

Watada, A. E., & Qi, L., (1999). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3):201-205.

A preliminary study of probiotic apple snack production with assisting food technologies

Yardımcı gıda teknolojileri ile elmadan probiyotik atıştırmalık üretiminin ön çalışması

Derya DURSUN SAYDAM^{1*} , Rojda DAKAK¹ , Ali Coşkun DALGIÇ¹ 

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

ABSTRACT

To cite this article:

Dursun Saydam, D., Dakak, R. & Dalgıç, A.C. (2019). A preliminary study of probiotic apple snack production with assisting food technologies. Harran Tarım ve GıdaBilimleriDergisi, 23(3): 324-334.

DOI: 10.29050/harranziraat.499249

Address for Correspondence:

Derya DURSUN SAYDAM

e-mail:

derya_dursun_@hotmail.com

Received Date:

19.12.2018

Accepted Date:

21.06.2019

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



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

A probiotic snack model food was formed with apple and *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG). The effects of dehydration process conditions with design of experiment (DoE) and dryer types used in the production were evaluated through optimization and probiotic qualification of the final product. Experiments on ultrasound assisted osmotic dehydration (US-OD) of apple cubes designed by Box-Behnken were conducted to obtain the maximum water reduction. Optimum values of sucrose solution concentration (40, 45, 50%), apple and solution ratio (1:4, 1:6, 1:8 w w⁻¹) and ultrasound application time (10, 20, 30 min) variables of the design were determined. The DoE methodology introduced the results that maximum water loss was reached at the conditions of 50% sucrose concentration, 1:4 apple and solution ratio and 10.05 min; sucrose concentration was the most effective variable; quadratic model submitted a good fitting (R²=0.929) with the experimental results. Apple samples produced under the optimized conditions were dried with convectional and conventional dryers at specific temperature, 37 °C during 5 hours. The results showed that the remaining number of viable LGG cells (10⁶-10⁷cfu g⁻¹) was sufficient to qualify dried products as probiotic.

Key Words: Optimization, Osmotic dehydration, Probiotic dnack, Ultrasound assisting

Öz

Probiyotik atıştırmalık model yiyeceği elma ve *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG) ile oluşturulmuştur. Üretimde kullanılan deney tasarımı (DoE) ve kurutucu tipleri ile dehidrasyon işlemi koşullarının etkileri optimizasyon ve son ürünün probiyotik yeterliliği ile değerlendirilmiştir. Elma küplerinin ultrason destekli ozmotik dehidrasyonu (US-OD) ile maksimum düzeyde su içeriğini azaltmak için Box-Behnken tarafından tasarlanan deneysel tasarım çerçevesinde deneyler yürütülmüştür. Deneysel tasarımın sükröz çözelti konsantrasyonu (% 40, 45, 50), elma ve çözelti oranı (1: 4, 1: 6, 1: 8 w w⁻¹) ve ultrason uygulama süresi (10, 20, 30 dak) değişkenlerinin optimum değerleri belirlenmiştir. DoE metodolojisi, % 50 sükröz konsantrasyonu, 1:4 elma ve çözelti oranı ile 10,05 dakika koşullarında maksimum su kaybına ulaşıldığını ortaya koymuştur; sükröz konsantrasyonunu en etkili değişken olarak belirlemiştir; ve kuadratik modelin deneysel sonuçlar ile iyi bir uyum sağladığını (R²=0.929) ortaya çıkarmıştır. Optimize edilen koşullar altında üretilen elma örnekleri, 5 saat boyunca 37 °C sıcaklıkta konveksiyonel ve konvensiyonel kurutucularla kurutulmuştur. Sonuçlar, canlı kalan LGG hücre sayısının (10⁶-10⁷kob g⁻¹) kurutulmuş ürünleri probiyotik olarak nitelendirmek için yeterli olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Optimizasyon, Ozmotik dehidrasyon, Probiyotik atıştırmalık, Ultrason destekli

Introduction

Functional foods used for the purpose of regulating health and developing diet were

defined with the concept of "food as medicine" many years ago (Hasler, 2002). The Japanese brought forward the functional food term for

saving both human health and high health costs in 1980s (Plaza et al., 2008). Today simply, foods or food ingredients have the ability of improving human health that described as functional. Basic beneficial effects of functional foods are characterized by reducing high blood pressure, cholesterol and blood sugar, providing nutritional impacts, and reducing risks of heart diseases, cancer and osteoporosis (Charalampopoulos et al., 2002; Hasler, 2002).

Functional foods have introduced probiotics (Ps) that are viable microorganisms contributing to human health by affecting gastrointestinal system (GIS). They improve intestinal microbial balance and provide detoxification by enhancing the composition and activities of GIS, thereby they strengthen the immune system and reduce the risks of diseases. Ps are predominantly lactic acid bacteria (LAB), particularly *Lactobacillus* species such as *L. casei*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus* and *L. acidophilus* (Charalampopoulos et al., 2002; Grajek et al., 2005; Farnworth, 2007; Plaza et al., 2008). *Bifidobacterium* species (*B. longum*, *B. animalis* and *B. lactis*) are the other most known probiotic microorganisms (Charalampopoulos et al., 2002).

Foods with probiotics are among the most important and frequently consumed functional foods (Farnworth, 2007). Foods and beverages including probiotics can be animal or vegetable derived. Animal derived Ps are generally fermented dairy products like cheese, kefir and yoghurt whereas vegetable derived ones are fermented fruits and vegetables like pickles (Farnworth, 2007). The Japanese foundation, FOSHU (foods for specific health uses) started to produce probiotic products and sold them to the public in 1990s. Dietary fibre, oligosaccharides and LAB are three categories among the eleven ones referred functional components, which the FOSHU foundation has particularly designed for intestinal functions (Farnworth, 2007). Fruits comprise the two categories since they contain high, physically suitable and adequate amount of dietary fibre and have various oligosaccharides (Demirci et al., 2017). Dietary fibre and

oligosaccharide in the fruits also provide prebiotic effect. The third category is corresponded by the probiotic added fruits. Probiotic-food consumers, vegans and the consumers of non-dairy and healthy foods are high interest in probiotic fruit products. (Pimentel et al., 2015; Bellary and Rastogi, 2016; Rodrigues et al. 2018). Li et al. (2018) informed that with the becoming aware of the relationship of fruits with health, the interest in healthier, good taste and probiotic fruit snacks has increased.

For snack food production, drying technology is highly used in addition to frying, coating, extruding, etc. Osmotic dehydration, vacuum drying, hot air drying, ultrasound application, emulsifying, microwave technology, fermentation, freezing, high pressure processing, and pulsed electric field treatment are common technologies for basic drying of fruit products. In addition, they are used as assisting applications in the drying (Garcia-Noguera et al., 2010; Chen et al 2016; Mierzwa et al., 2017; Nowacka et al., 2017; Zielinska and Markowski, 2017). Some of them are possible technologies for the production of probiotic foods (Tripathi and Gri, 2014; Ramya and Jain, 2017; Ambros et al., 2018). There are important points such a production in terms of food engineering approach: (i) The infusion of functional ingredients such as probiotics into the matrix of fruits as solid food products is different from liquid food ones due to the organoleptic properties and compositions of the solids. The techniques applied according to the structure, properties of such foods should be controlled, and the infusion should be improved (Bellary and Rastogi, 2016); (ii) Process optimization should be concerned for economics and product quality (Ambros et al., 2018). Drying time and kinetics are other important points where drying is the main technology for the production of dried probiotic fruit snack foods (Betoret et al., 2003).

Apple, which is commonly cultivated worldwide and consumed in various forms (juice, fresh, jam, etc.) (Rodrigues et. al., 2018) has 2% dietary fibre and rich oligosaccharide content (Erdoğan and Demirci, 2014). Impregnation of

probiotic lactic acid bacterium(a) in apple fruit and applying drying technology may create an opportunity for a functional snack. *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG) selected in this study for the targeted product is a proved and one of the most studied probiotic bacterial strains (Valík et al., 2008). It is also used in food industry as a probiotic and protective culture (Flores-Andrade et al., 2017). We aimed to produce probiotic apple snack with regard to the statements that literature knowledge of probiotic fruit products is limited (Puente et al., 2009); well-designed strategies and novel approaches based on keeping probiotic cells alive are necessary for the drying technology (Broeck et al., 2016; Flores-Andrade et al., 2017); optimization of air drying periods helps to reduce energy and costs (Garcia-Noguera et al., 2010); co- and/or pre- treatments are needed for avoiding organoleptic changes while drying by air (Mierzwa et al., 2017), and

improving the final product quality (Garcia-Noguera et al., 2010). As the preliminary stage of the production, the conditions of the pretreatments, penetration time and drying technology were optimized. The process parameters of ultrasound assisting osmotic dehydration were modeled and optimized in the scope of Box-Behnken experimental design. ProbioticLGG penetration was then employed at different periods. Conventional and convectional drying procedures were putted in practice to discuss which one is the effective in terms of viable cell number and moisture content of the product.

Materials and Methods

Operations and goals of this study were visualized in Figure 1.

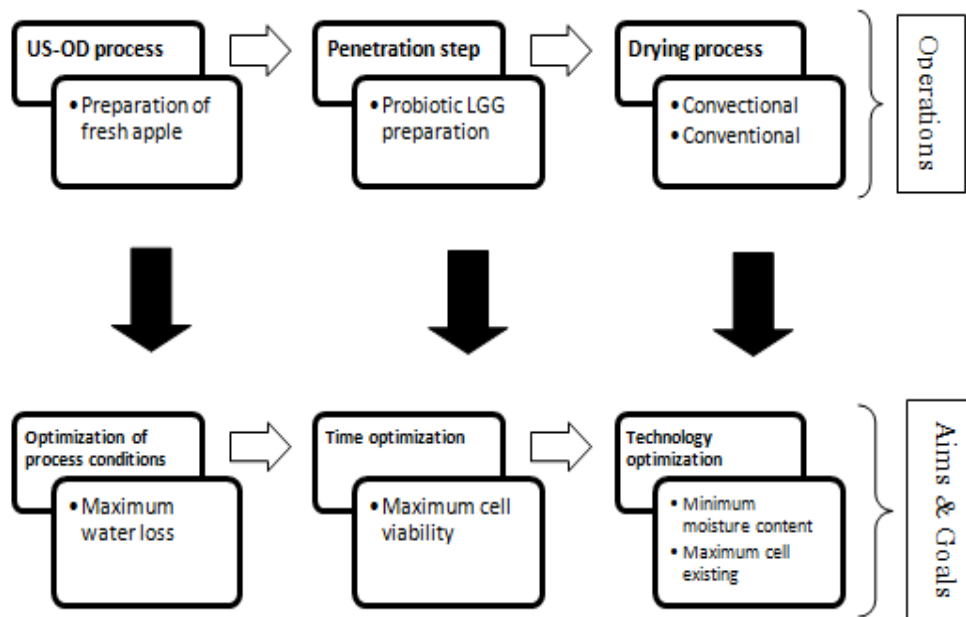


Figure 1. Diagram of the study
Şekil 1. Çalışmanın diagramı

Preparation of apple cubes and microorganism inoculum

Apples (*Malus domestica*starking delicious) were purchased from a local market (Gaziantep, Turkey). They were washed with water, peeled and cut into cubes (1 cm) with a cutting device.

Lactobacillus rhamnosus GG was selected in this study since it is a proved and one of the most studied probiotic bacterial strains (Valík et al., 2008), and also used in food industry as a

probiotic and protective culture (Flores-Andrade et al., 2017). *Lactobacillus rhamnosus* GG (ATCC 53103) was supplied from Bayburt University and used as probiotic bacteria in this study. The microorganism was maintained in Man, Rogosa and Sharp (MRS) broth/agar (Merck, Germany) as a selective medium for the *Lactobacillus* species. The inoculum was prepared using a 24-26 h fresh culture cultivated in 100 mL MRS at 37 °C to obtain an initial cell concentration of 7.2×10^9 cfu

mL⁻¹. After cultivation, the cells were removed from the medium and washed with physiological salt solution (PSS, containing 0.85% (w v⁻¹) NaCl) once to avoid the taste and smell of MRS medium. The procedures of cell transfer and inoculum were followed as described by Rodrigues et al. (2018) with minor modifications.

Viable cell count of the samples was determined placing 5 g sample in 45 ml sterile PSS and preparing a serial decimal dilution. Dilution series were obtained by mixing 1 mL previous dilution and 9 mL sterile PSS. Aliquots of 0.1 mL of dilution were plated on MRS agar. Plate counting was carried out after 2-3 days incubation at 37 °C and cell number was calculated by the equation below (Halkman, 2005):

$$N=C/[V*d^n(n_1+(0.1*n_2))] \quad (1)$$

N: colony number in 1 g or 1 mL sample (cfu g⁻¹)

C: total colony number at all plates

V: inoculation volume (mL)

d: dilution ratio of more concentrated dilution series

*n*₁: plate number counted of first dilution

*n*₂: plate number counted of second dilution

Brix measurement

The solute gain was observed by measuring Brix (°Bx) values of the US-OD treated and untreated apple samples. The samples were pressed using a porcelain mortar and squeezed with a clean white cloth. The Brix value of the juice was measured with a refractometer (PTR 46 X, Index Instruments, USA) (AOAC, 1990).

Ultrasound assisted osmotic dehydration process

The design of experiments (DoE) approach was utilized in the US-OD pretreatment, which is consisting of experimental design, modeling and optimization transactions. The independent variables, levels and environmental conditions were decided considering the literature knowledge. Sharma et al. (2009) reported that rate of water loss in OD system depends on solution concentration, employment time and temperature, solid liquid ratio, and surface area of solid. Ramya and Jain (2017) informed that the OD operation of apple samples generally conducted at the conditions of 1:20 solid liquid ratio, 30 °C environment temperature, little pieces of apple, and 60% sucrose solution. In addition, the total OD period was discussed as 3 hours according to the knowledge that long OD periods may cause degradation of compounds in fruits and deformation of texture (Chottanom et al., 2016), and maximum water loss occurs within the first hour of OD application (Sharma et al., 2009).

Experimental design

Box-Behnken design (BBD) was generated using three independent variables; osmotic solution concentration (%), S:L ratio (w w⁻¹) and US time (min) at three levels by Design of Expert Version 7.1.6 program (Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA). High, middle and low codes of the variables were presented in Table 1. There were 15 runs with 3 centre points conducted through the design (Table 2). The depended variable -response- was moisture content expressing water loss.

Table 1. Levels of the independent variables for US-OD pretreatment

Çizelge 1. US-OD ön işlem için bağımsız değişkenlerin seviyeleri

Independent variables <i>Bağımsız değişkenler</i>	Symbol <i>Sembol</i>	Low code <i>Düşük kod</i>	Middle code <i>Orta kod</i>	High code <i>Yüksek kod</i>
Solution concentration (%), <i>Çözelti konsantrasyonu (%)</i>	<i>x</i> ₁	40	45	50
S:L ratio (w w ⁻¹), <i>S:L oranı (w w⁻¹)</i>	<i>x</i> ₂	1:4	1:6	1:8
US time (min), <i>US zamanı (dak)</i>	<i>x</i> ₃	10	20	30

US-OD pretreatment:The edible apple cubes (20 g for each experiment) were immediately placed in 250 mL Erlenmeyer flasks containing sucrose solution with regard to the levels of osmotic solution concentration and S:L ratio. Firstly, ultrasound treatment was applied to the samples using an ultrasonic bath (Intersonic, Min 4 Model, Transducer Pzt=4, 350 W, Turkey) at constant frequency, 25 kHz and temperature, 30 °C according to the US time levels of the BBD design. Secondly, the rest of total osmotic dehydration time (3 h) was carried out in a rotary shaker (Innova 40R New Brunswick Scientific, USA) at 180 rpm and 30 °C temperature. The constant experiment conditions were applied with regard to the review study of Ramya and Jain (2017). When the US-OD pretreatment was completed in the scope of the experimental design, the samples were immediately utilized for moisture content analysis (AOAC, 1990).

Modeling:Quadratic model using second order polynomial equation (Montgomery, 2001) was selected for the modeling of experimental and predicted data of the moisture content response. The equation of the model is:

$$y = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_j + \sum_{j=1}^k \beta_{jj} x_j^2 + \sum_{i=1}^{j-1} \sum_{j=2}^k \beta_{ij} x_i x_j \quad (2)$$

Where y is the predicted response, β_0 is model constant, β_j , β_{ij} and β_{jj} are the regression coefficients (linear, interaction, quadratic) and x_j and x_i are the levels of the independent variables.

Optimization

Optimal conditions were determined according to the minimum moisture content value reached after the US-OD pretreatment. The experimental data were evaluated by regression and variance analyses (ANOVA) in Response Surface Methodology (RSM) at a significance level of 5% ($p < 0.05$).

LGG penetration

After the optimized conditions were determined for the US-OD pretreatment, the

apple sample was penetrated with LGG microorganism by agitating at 180 rpm and 30 °C in the rotary shaker during 5 and 10 minutes. The penetration periods were discussed considering the study of Krasaekoopt and Suthanwong (2008). When the penetration periods were ended, moisture content and viable cell analyses were carried out.

Drying process

After LGG penetration, drying process was performed using a hot air drier (UOP 8 Tray Drier, Armfield, UK) at constant velocity ($2.0 \pm 0.05 \text{ m s}^{-1}$) and a vacuum dryer (VD 23 Binder, Germany) at constant pressure (1 atm) to create stationary heat source as in conventional or cabinet dryers. The drying processes were continued until reaching a constant weight reduction at 37 °C temperature degree for both drier. The viable cell number and moisture content of the dried samples was analysed when the drying period for both driers were ended.

Statistical analysis

One-way ANOVA with Duncan^a test in SPSS program (Version 22.0, IBM SPSS Software, USA) at a significance level of 5% was performed to investigate the mean differences of the moisture content and refractive analyses' results.

Results and Discussion

Ultrasound assisting or combining with osmotic dehydration is more efficient for reducing of water in fruit and vegetables (Goula et al., 2017; Nowacka et al., 2017). Thus, US application was used to assist the OD process as a pretreatment in this study. The results of the target response and Brix values of the samples obtained from the US-OD pretreatment with BBD matrix are presented in Table 2. The Brix values showed that the apple gained sucrose according to the un-pretreated apple (16.17 °Bx). When we evaluate the maximum (33.31) and minimum (26.22) Brix values, it is seen that the sucrose up-take increases with the increasing levels of each

variable. It is known that ultrasound helps mass transfer of OD system for fruits by increasing the cell permeability and transfer of solutes (Azarpazhooch and Ramaswamy, 2010; Bellary and Rastogi, 2016; Nowacka et al., 2017). Also, it is evaluated from the results that the higher S:L ratio helps this transfer at higher sucrose concentrations.

In Table 3, ANOVA results showed that statistical significance of the fitted second order quadratic model equation at 0.05 probability value. Further evidence of goodness of fit was provided by R^2 value (92.9%) determining the fitting between the experimental and predicted response values. Lower probability value ($0.0209 < 0.05$) of the model suggested showed that the quadratic model is appropriate. The validation of the model was introduced by not significant lack of fit value ($0.7308 > 0.05$). Regression analysis indicated that a significant effect ($p < 0.05$) of the osmotic solution concentration variable (x_1) and quadratic terms (x_1^2 , x_2^2 , x_3^2) of the moisture removal. Coded coefficients of the model terms denoted that the direction in which the target is affected. Negative coefficient value of the solution concentration variable (-2.2938) exhibit that the moisture content in the product decreased as the level of the variable increased.

Visual results of DoE approach are represented as 3D plots in Figure 2 demonstrating the interaction effects of the independent variables on the moisture content left in the samples while the third one was kept constant. All the figures point that the minimum water content values in the samples reached with the pretreatment, while US time has the minimum level (10 min), and S:L ratio and solution concentration variables have the maximum levels ($1:8 \text{ w}^{-1}$ and 50%) in Figure 2a, 2b and 2c, respectively.

The three parameters of the US-OD pretreatment were optimized in ranges depicted in Figure 3. According to the results, the lowest moisture content (69.63%) was reached at the conditions of 50% sugar concentration, 1:4 solid liquid ratio and 10.05 min US time. The

dehydration effect of higher concentration of sucrose is already known (Barman and Barwaik, 2017; Ramya and Jain, 2017), which is a parallel consequent with the highest concentration result of the study. The lowest US time is interpreted as a score for the further study since there are results indicating long US periods that causes deformations in texture of fruits (Nowacka et al., 2017). Contour plot in Figure 4 shows how the solid-liquid ratio and solution concentration relationship affects the moisture level in the sample at a constant US time and indicating the maximum water loss prediction. The lines in the blue area depict the approach to the target. Consequently, the amount of water in fresh apple (84.43%) was reduced by 9.7-16.46% by employing the US-OD pretreatment for 3 hours. The DoE approach showed that a water reduction in the ratio of 17.87% could be reached.

Amami et al. (2017) studied the kinetics of the US-OD process of strawberry in the scope of BBD with the variables of US-OD time (10, 20, 30 min), Brix of solution (0, 32.5, 65 °Bx) and temperature (20, 30, 40 °C). BBD and RSM provided an effective approach for modeling with quadratic equation and optimizing the US-OD process conditions as found out in our study. Quadratic model was adequate at $p < 0.05$ level and showed a good fit for loss of water with 0.989 R-squared value. Ultrasound application time and solution Brix were the significant terms. When the both of them increased, the water loss was increased. Ultrasound application revealed a great reduction of drying time by increasing the water loss. Optimal conditions of the US-OD process are 20.5 min US time, 47.5% solution concentration, and 31 °C temperature. The optimum solution concentration found and temperature value implemented in the presented study is parallel with the results of Amami et al. (2017).

Garcia-Noguera et al. (2010) dried strawberry with a US-OD pretreatment. Constant sucrose solution temperature (30 °C), S:L ratio (1:2) and air drying conditions (60 °C, 0.5 m s^{-1}) were used for OD alone and US-OD processes. At different sucrose concentrations (0, 25, 50%) and US

application periods (10, 20, 30, 45 min), they determined that the ultrasound helps to reduce total drying time, the US-OD pretreatment reduces the drying time, the maximum sucrose concentration provides maximum water loss, and optimum US time is 30 min at 25 kHz. Reducing the water content with US assisted OD pretreatment with the highest solution

concentration is an effective method for decreasing drying time of strawberry. A similar approach was exhibited at constant US application frequency and OD temperature level as the selected constant values in our study. They revealed that the effectiveness of US-OD process for the removal of moisture in fruits as we did for apple.

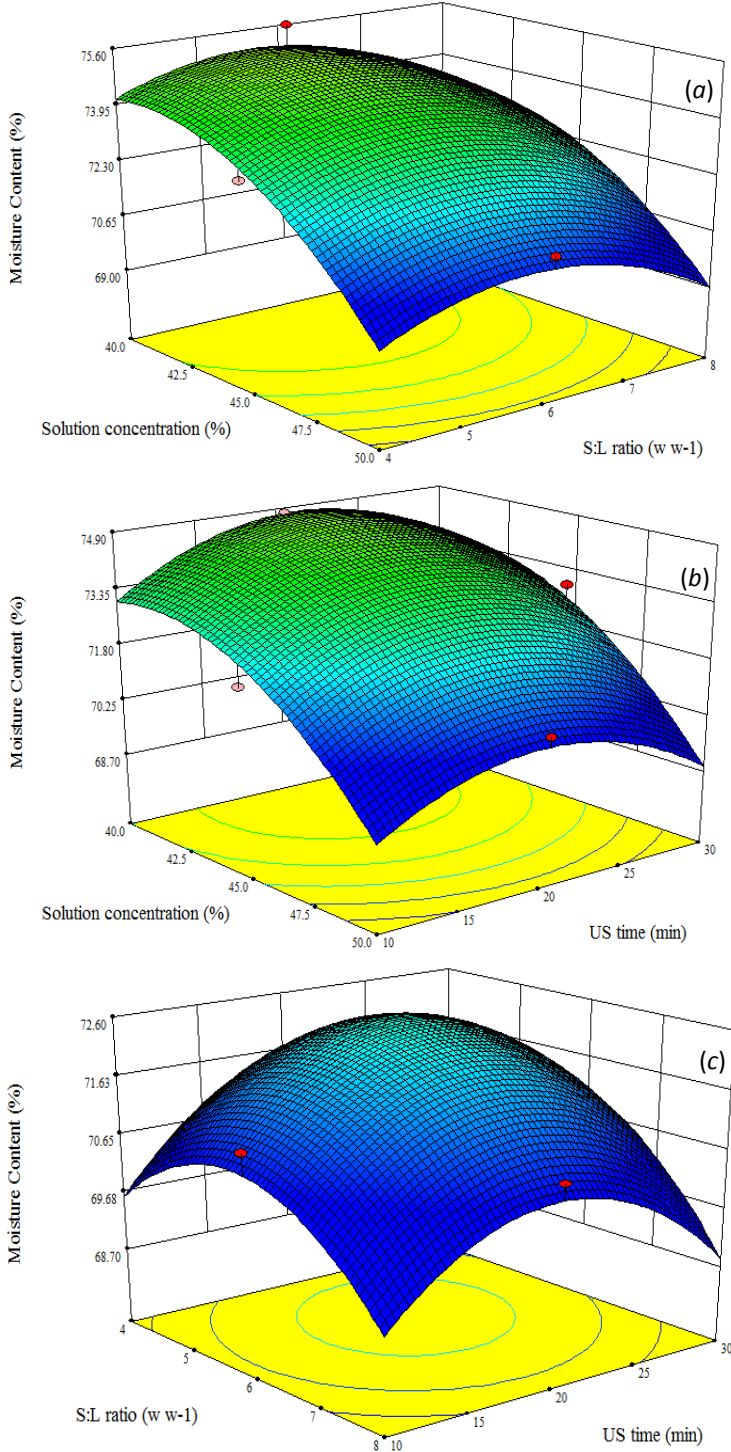


Figure 2. 3D plots demonstrating the interaction effects of the independent variables on the response; *a*: solid and liquid ratio and solution concentration, *b*: ultrasound application time and solution concentration, *c*: solid and liquid ratio and ultrasound application time

Şekil 2. Yanıt üzerindebağımsız değişkenlerin interaksiyon etkilerini gösteren 3 boyutlu grafikler; *a*: katı ve sıvı oranı ile ozmotik çözelti konsantrasyonu, *b*: ultrason uygulama süresi ile ozmotik çözelti konsantrasyonu, *c*: katı ve sıvı oranı ile ultrason uygulama süresi

Table 2. Box-Behnken design matrix with responses of the independent variables

Çizelge 2. Bağımsız değişkenlerin yanıtlarıyla Box-Behnken dizayn matrisi

Run Deney	x_1 (%)	x_2 (w w ⁻¹)	x_3 (min)	Moisture content (%) Nem miktarı	Fruit Brix Meyve Briksi
1	50	1:8	20	70.70±0.20 ^a	33.31±0.08 ^j
2	40	1:8	20	74.75±0.51 ^c	29.37±0.38 ^g
3	50	1:6	30	70.53±0.23 ^a	32.15±0.11 ⁱ
4	45	1:6	20	75.39±0.54 ^c	27.09±0.01 ^{bc}
5	40	1:6	30	75.70±0.52 ^c	27.02±0.09 ^{bc}
6	50	1:4	20	71.66±0.58 ^{ab}	30.62±0.06 ^h
7	45	1:8	10	71.78±0.23 ^{ab}	29.43±0.36 ^g
8	50	1:6	10	71.04±0.46 ^{ab}	32.60±0.03 ⁱ
9	45	1:6	20	75.41±0.33 ^c	28.09±0.01 ^{de}
10	45	1:4	30	75.26±0.84 ^c	26.86±0.13 ^b
11	40	1:4	20	76.24±0.16 ^{cd}	30.45±0.56 ^h
12	40	1:6	10	75.59±0.03 ^c	26.22±0.02 ^a
13	45	1:6	20	77.53±1.57 ^d	27.67±0.02 ^{cd}
14	45	1:4	10	72.90±0.32 ^b	28.89±0.14 ^{fg}
15	45	1:8	30	72.90±0.34 ^b	28.53±0.05 ^{ef}
Un-pretreated apple Ön işlem yapılmayan elma				84.43±0.08	16.17±0.02

^{a-j}: expresses the mean differences in the column ($p<0.05$).

^{a-j}: sütundaki ortalamadan farklılıkları açıklamaktadır ($p<0.05$).

±: standard deviation.

±: standart sapma.

Table 3. ANOVA results of the modeling based on moisture content measurements

Çizelge 3. Nem içeriği ölçümlerine dayanan modellemenin ANOVA sonuçları

Source Kaynak	Sum of squares Kareler toplamı	Prob>F	Coded coefficients Kodlu katsayılar
Model, Model	67.8380	0.0209*	
Intercept (β_0), İntersept			76.11
Linear terms, Lineer terimler			
x_1 (%) (β_1)	42.0903	0.0014	-2.2938
x_2 (w/w) (β_2)	4.3956	0.0946	-0.7413
x_3 (min) (β_3)	1.1858	0.3339	0.3850
Interaction terms, İnteraksiyon terimleri			
x_1x_2 ($\beta_1\beta_2$)	0.0702	0.8051	0.1325
x_1x_3 ($\beta_1\beta_3$)	0.0961	0.7731	-0.1550
x_2x_3 ($\beta_2\beta_3$)	0.3844	0.5693	-0.3100
Quadratic terms, Kuadratik terimler			
x_1^2 (β_{11})	7.0699	0.0476	-1.3838
x_2^2 (β_{22})	7.1211	0.0471	-1.3888
x_3^2 (β_{33})	8.4328	0.0358	-1.5113
Residual	5.1877		
Lack of Fit	2.1629	0.7308**	
Pure Error	3.0248		
Cor Total	73.0258		
Statistic results, İstatistik sonuçları			
Standard deviation, Standart sapma	1.0186	R-Squared	0.9290
Mean, Ortalama	3.82537	Adj. R-Squared	0.8011
C.V. %	1.3797	Pred. R-Squared	0.4329
PRESS	41.4126	Adeq. Precision	7.2985

*: significant and **: not significant ($p<0.05$).

*: anlamlı **: anlamlı değil ($p<0,05$).

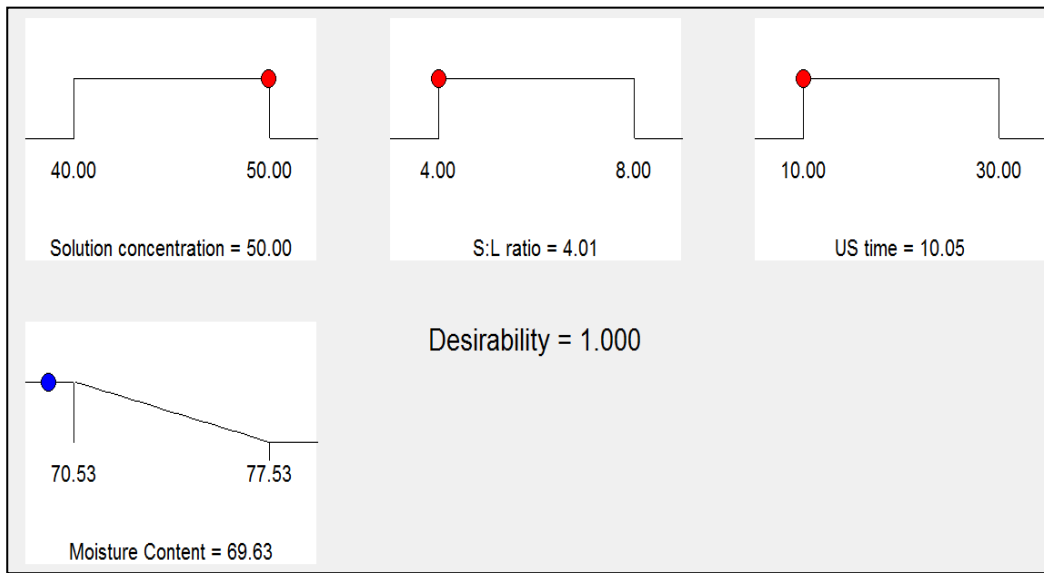


Figure 3. The optimum conditions of the US-OD pretreatment in terms of coded values. The circular signs on the interval lines of the parameters indicate the optimum results

Şekil 3. Kodlu değerler üzerinden US-OD ön işleminin optimum koşulları. Parametrelerin aralık çizgileri üzerindeki dairesel işaretler optimum sonuçları belirtir

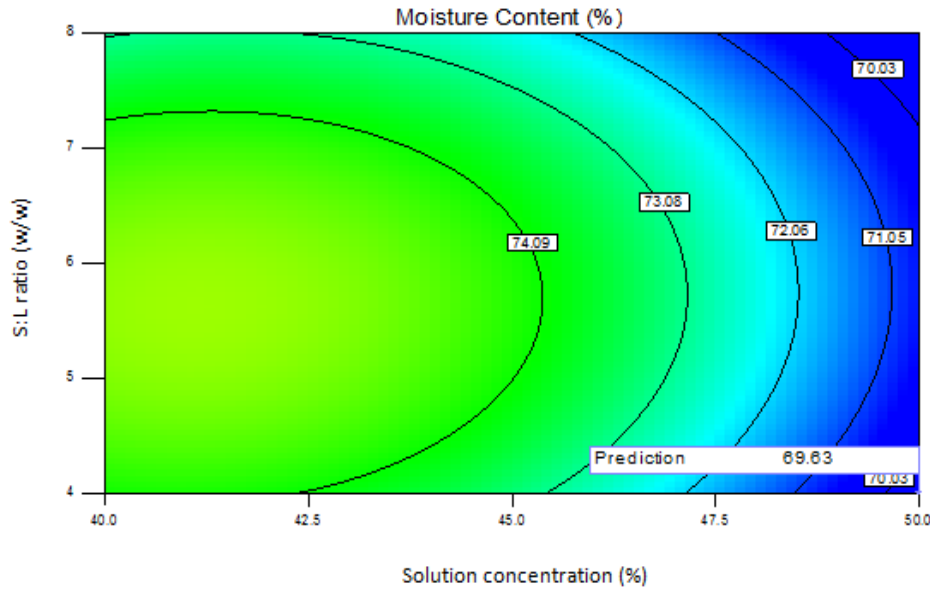


Figure 4. The predicted minimum moisture content value depicted by contour plot

Şekil 4. Tahmin edilen minimum nem miktarı değerini gösteren kontür çizimi

Table 4. Moisture content and viable cell number results

Çizelge 4. Nem miktarı ve canlı hücre sayısı sonuçları

Apple samples <i>Elma numuneleri</i>	Moisture content (%) <i>Nem miktarı (%)</i>	Viable cell number (cfu (mL ⁻¹ g ⁻¹)) <i>Canlı hücre sayısı (kob (mL⁻¹ g⁻¹))</i>
Fresh, <i>Taze</i>	85.78±0.52	
US-OD pretreated, <i>US-OD ön işleminin uygulanmış</i>	73.34±0	
5 min penetrated, <i>5 dak penetre edilmiş</i>	80.48±0	6.3×10 ⁹
10 min penetrated, <i>10 dak penetre edilmiş</i>	80.94±0	6.7×10 ⁹
Convensional dried, <i>Konveksiyonel kurutulmuş</i>	8.79±1.40	0.1×10 ⁷
Conventional dried, <i>Konvensiyonel kurutulmuş</i>	23.02±3.65	0.5×10 ⁶

LGG penetration was followed for the sample dehydrated at the optimized conditions. It was observed that there was no difference between the number of viable cells and moisture content in the five and ten minute penetrated apple samples as presented in Table 4. Meanwhile, it was seen that the apple cubes received some water ($\approx 10\%$). Krasaekoopt and Suthanwong (2008) penetrated guava and papaya fruits with *L. casei* during 5, 10 and 15 min. Suitable penetration conditions for guava and papaya were found as 5 and 10 min respectively.

After penetration time optimization, the apple samples were penetrated for 10 min and the process was continued with drying processes. The amount of water in the apple samples was reduced at the ratios of 89% and 72% with convectional and with conventional dryers respectively in 5 h. The results of the convectional drying process showed more desirable results for a probiotic apple snack with higher viable cell and lower moisture content. Rodrigues et al. (2018) studied such a product at 10, 40 and 60 °C temperatures and 1 m s^{-1} velocity of convectional dryer. They obtained a probiotic product for all temperatures as a result of drying until 80% of the sample weight was reduced. They reported that the number of living cells decreased as the temperature increased. Additionally, they revealed the result that 100 g of probiotic apple snack intake provides 100 million probiotic cell intake. In the presented study, same probiotic cell intake result with same hot source system was obtained at 37 °C. The conventional dried apple cubes had higher moisture content. It is thought that more drying time is needed for vacuum dryer. Nevertheless, probiotic apple cubes could be produced. Li et al. (2018) tried to produce probiotic-enriched apple snack using a cabinet air dryer at 40 °C for 12 h. They achieved to produce probiotic qualified snack.

Conclusions

Approximately 17% water loss could be obtained by the US-OD pretreatment in the scope

of experimental design, which is a good result for the effectiveness of the drying process. Kinetic study will be performed to increase the productivity of the pretreatment and understand mass diffusivity phenomena of osmotic dehydration.

It is revealed that the probiotic apple snack could be produced by the study performed. However, a detailed drying process and shelf-life will be studied under the optimized conditions, and organoleptic properties (flavour, colour, texture, etc.) and nutritional content will be investigated in the further studies.

Acknowledgement

We thank to Assoc. Prof. Dr. Enes Dertli from Bayburt University for providing probiotic microorganism.

There is no conflict of interest.

References

- Amami, E., Khezami, W., Mezrigui, S., Badwaik, L. S., Bejar, A. K., Perez, C. T., & Kechaou, N. (2017). Effect of ultrasound-assisted osmotic dehydration pretreatment on the convective drying of strawberry. *Ultrasonics Sonochemistry*, 36, 286-300.
- Ambros, S., Foerst, P., & Kulozik, U. (2018). Temperature-controlled microwave-vacuum drying of lactic acid bacteria: impact of drying conditions on process and product characteristics. *Journal of Food Engineering*, 224, 80-87.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). Official methods of analysis. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Azarpazhooh, E., & Ramaswamy, H. S. (2010). Microwave-osmotic dehydration of apples under continuous flow medium spray conditions: comparison with other methods. *Drying Technology*, 28, 49-56.
- Barman, N., & Badwaik, L. S. (2017). Effect of ultrasound and centrifugal force on carambola (*Averrhoa Carambola* L.) slices during osmotic dehydration. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 37-44.
- Bellary, A. N., & Rastogi, N. K. (2016). Ways and means for the infusion of bioactive constituents in solid foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(7), 1126-1145.
- Betoret, N., Puente, L., Díaz, M. J., Pagán, M. J., García, M. J., Gras, M. L., Martínez-Monzó, J., & Fito, P. (2003). Development of probiotic-enriched dried fruits by vacuum impregnation. *Journal of Food Engineering*, 56(2-3), 273-277.
- Broeckx, G., Vandenhevel, D., Claes, I. J. J., Lebeer, S., & Kiekens, F. (2016). Drying techniques of probiotic

- bacteria as an important step towards the development of novel pharmabiotics. *International Journal of Pharmaceutics*, 505, 303-318.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S., & Webb, C. (2002). Application of cereals and cereal components in functional foods: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 131-141.
- Chen, Z. Guo, X., & Wu, T. (2016). A novel dehydration technique for carrot slices implementing ultrasound and vacuum drying methods. *Ultrasonics Sonochemistry*, 30, 28-34.
- Chottanom, P., Pranin, T., Shopka, K., Nasinsorn, N., & Itsaranuwat, P. (2016). Pulsed vacuum osmotic dehydration of cherry tomatoes: impact on physicochemical properties and probiotics entrapment. *Agricultural Technology and Biological Sciences*, 13(3), 193-204.
- Demirci, M., Sağdıç, O., Çavuş, M., Pehlivanoğlu, H., Çağlar, M. Y., & Yılmaz, M. T. (2017). Prebiyotik oligosakkaritlerin kaynakları, üretimleri ve gıda uygulamaları. *European Journal of Science and Technology*, 6(10), 20-31.
- Erdoğan, S. S., & Demirci, M. (2014). Elmanin fenolik bileşen ve lif içeriği. *Bahçe*, 43(1-2), 41-52.
- Farnworth, E. R. (2007). Probiotics and prebiotics in handbook of nutraceuticals and functional foods. In Wildman, R.E.C. (Ed.) (2nd ed., pp. 335-347), USA: Taylor and Francis Group.
- Flores-Andrade, E., Pascual-Pineda, L. A., Alarcón-Elvira, F. G., Rascón-Díaz, M. P., Pimentel-González, D. J., & Beristain, C. I. (2017). Effect of vacuum on the impregnation of *Lactobacillus rhamnosus* microcapsules in apple slices using double emulsion. *Journal of Food Engineering*, 202, 18-24.
- Garcia-Noguera, J., Oliveira, F. I. P., Gallão, M. I., Weller, C. L., Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2010). Ultrasound-assisted osmotic dehydration of strawberries: effect of pretreatment time and ultrasonic frequency. *Drying Technology*, 28, 294-303.
- Grajek, W., Olejnik, A., & Sip, A. (2005). Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica*, 52(3), 665-671.
- Goula, A. M., Kokolaki, M., & Daftsiou, E. (2017). Use of ultrasound for osmotic dehydration. the case of potatoes. *Food and Bioproducts Processing*, 105, 157-170.
- Halkman, A. K. (2005). *Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*. Ankara: Başak Matbaacılık Ltd. Şti.
- Hasler, C. M. (2002). Functional foods: benefits, concerns and challenges—A position paper from the american council on science and health. *Journal of Nutrition*, 132, 3772-3781.
- Klewicki, R., & Uzcziwek, M. (2008). Effect of osmotic dehydration in fructose, sucrose and fructooligosaccharide solutions on the content of saccharides in plums and apples and their energy value. *Agricultural and Food Science*, 17(4), 367-375.
- Krasaekoopt, W., & Suthanwong, B. (2008). Vacuum impregnation of probiotics in fruit piece and their survival during refrigerated storage. *Natural Sciences*, 42, 723-731.
- Li, C., Li-ying, N., Da-jing, L., Chun-quan, L., Ying-ping, L., Chun-ju, L., & Jiang-feng, S. (2018). Effects of different drying methods on quality, bacterial viability and storage stability of probiotic enriched apple snacks. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(1), 247-255.
- Mierzwa, D., Kowalski, S. J., & Kroehnke, J. (2017). hybrid drying of carrot preliminary processed with ultrasonically assisted osmotic dehydration. *Food Technology and Biotechnology*, 55(2), 197-205.
- Montgomery, C. D. (2001). Design and analysis of experiments. New York, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Nowacka, M., Tylewicz, U., Romani, S., Rosa, M. D., & Witrowa-Rajchert, D. (2017). Influence of ultrasound-assisted osmotic dehydration on the main quality parameters of kiwifruit. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 41, 71-78.
- Pimentel, T. C., Madrona, G. S., & Prudencio, S. H. (2015). Probiotic clarified apple juice with oligofructose or sucralose as sugar substitutes: Sensory profile and acceptability. *LWT-Food Science and Technology*, 62, 838-846.
- Plaza, M., Cifuentes, A., & Ibáñez, E. (2008). In the search of new functional food ingredients from algae. *Trends in Food Science and Technology*, 19, 31-39.
- Puente, L., Betoret, N., & Cortés, M. (2009). Evolution of probiotic content and color of apples impregnated with lactic acid bacteria. *Vitae, Revista De La Facultad De Química Farmacéutica*, 16(3), 297-303.
- Sharma, S. K., Mulvaney, S. J., & Rizvi, S. S. H. (2009). Food process engineering. New York, USA: John Wiley and Sons, Inc.
- Ramya, V., & Jain, N.K. (2017). A review on osmotic dehydration of fruits and vegetables: An integrated approach. *Journal of Food Process Engineering*, 40, 1-22.
- Rodrigues, S., Silva, L. C. A., Mulet, A., Cárcel, J. A., Fernandes, & F. A. N. (2018). Development of dried probiotic apple cubes incorporated with *Lactobacillus casei* NRRL B-442. *Journal of Functional Foods*, 41, 48-54.
- Tripathi, M. K., & Giri, S. K. (2014). Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9, 225-241.
- Valík, L., Medved'ová, A., & Liptáková, D. (2008). Characterization of the growth of *Lactobacillus rhamnosus* GG in milk at suboptimal temperatures. *Journal of Food and Nutrition Research*, 47(2), 60-67.
- Zielinska, M., & Markowski, M. (2018). Effect of Microwave-vacuum, ultrasonication, and freezing on mass transfer kinetics and diffusivity during osmotic dehydration of cranberries. *Drying Technology*, 36(10), 1158-1169.



Using chromatographic methods in detection of olive oil adulteration

Zeytinyağı tağışının belirlenmesinde kromatografik yöntemlerin kullanılması

Songul KESEN^{1*}

¹Gaziantep University, Naci Topcuoglu Vocational High School, Food Processing Department, Gaziantep, Turkey

To cite this article:

Kesen, S. (2019). Using chromatographic methods in detection of olive oil adulteration. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 335-344.

DOI: 10.29050/harranziraat.478010

Address for Correspondence:
Songul KESEN
e-mail:
songulkesen27@hotmail.com

Received Date:
02.11.2018

Accepted Date:
14.03.2019

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



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

Introduction

Adulteration is a process of making a cheaper product, disrupting the purity of something, replacing the precious component with the not

worth one, or adding another cheap addition. Food adulteration have been alarming in recent years for food technology, specialists, producers and regulatory authorities because of food-borne illnesses or economic reasons. Therefore, fast and

ABSTRACT

In research study, olive oil adulteration with olive pomace oil was monitored by fatty acids, Δ ECN42 values and sterol analysis. To this end, virgin olive oil obtained from cv. Kilis Yağlık (KY) was mixed with olive pomace oil at different proportion (1, 5 and 10 %). Gas Chromatography (GC) was used to analyse fatty acid and sterol compositions. The fatty acids with Equivalent Carbon Number 42 (ECN42) and Δ ECN42 values of pure and adulterated oils were also used to determine adulteration. Considering the results of fatty acids analysis, when olive pomace oil was mixed, the ratios of oleic acid and palmitic acid in olive oil, was decreased. The difference of theoretical and experimental ECN42 values (Δ ECN42) were increased in adulterated oils. Beta-sitosterol which is important compound in the sterol composition, increased up to 81.42 % when mixed with 10 % olive pomace oil. Taking into account the R_{mar} values of the oil samples, adulterated oils displayed higher value than of pure oil. According to PCA analyses, oil samples took placed in three different groups according to fatty acids and TAGs profile, while in four different groups due to sterol composition. In all of the PCA analyzes, pure KY oil was clearly separated from the adulterated oils.

Key Words: Adulteration, Olive oil, Fatty acids, ECN42 value, Sterols

Öz

Bu araştırma çalışmasında, zeytin pirina yağı karıştırılarak yapılan zeytinyağı tağışı, yağ asitleri, ECN42 değerleri ve sterol analizleri ile izlenmiştir. Bu amaçla, Kilis yağlık (KY) çeşidinden elde edilen yağlar farklı oranlarda (% 1, 5 ve 10) pirina yağı ile karıştırılmıştır. Yağ asidi ve sterol bileşimlerini analiz etmek için Gaz Kromatografisi (GC) kullanılmıştır. Tağışı belirlemek için, saf ve katkılı yağların Eşdeğer Karbon Sayısı 42 (ECN42) ve deltaECN42 değerleri de kullanılmıştır. Yağ asidi analizinin sonuçları dikkate alındığında, pirina yağı karıştırılan zeytinyağlarında oleik asit ve palmitik asit oranları azalmıştır. Hileli yağlarda teorik ve deneysel ECN42 değerlerinin farkı (Δ ECN42) artmıştır. Sterol bileşimi içinde önemli bir bileşik olan beta-sitosterol oranı, % 10 pirina yağı karıştırıldığında % 81.42'ye kadar yükselmiştir. Yağ örneklerinin R_{mar} değerleri dikkate alındığında, katkılı yağlar saf yağdan daha yüksek bir değer sergilemiştir. PCA analizlerine göre, yağ numuneleri yağ asitlerine ve TAG profiline göre üç farklı gruba ayrılırken, sterol bileşimine göre dört farklı grupta yer almıştır. Tüm PCA analizlerinde saf KY yağı, tağışlı yağlardan belirgin bir şekilde ayrılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tağış, Zeytinyağı, Yağ asitleri, ECN42 değeri, Steroller

simple detection of food fraud is very important in the food industry. Many foods are exposed to fraud during production or in daily life. One of the foods the most exposed to adulteration is olive oil. (Jha et al., 2016).

Olive oil is obtained by squeezing from directly the fruit of olive tree (*Olea europea* L.) without any chemical treatment and additive material. It is a greenish-yellowish colored liquid oil that can be consumed as liquid at room temperature especially in Mediterranean diet. Olive oil is widely appreciated for its nutritional, health and sensory properties and it constitutes one of the principal ingredients of the nutrition (Türkoğlu et al., 2012; Tsopeles et al., 2018). Because of these superior properties, olive oil is one of the most exposed agricultural products for adulteration. Since natural olive oil is a herbal source oil, the fraud is mostly vegetable origin. The most important economic source of adulteration to profit is addition of different cheaper oil sources in various rates such as soya, sunflower, cotton, hazelnut, olive pomace, corn, canola, etc. Therefore, detection of adulteration is important in order to maintain the quality of the oils and relieve the health concerns. In the literature, different methods have been examined to detect the fraud of olive oil with other vegetable oils. In previous studies, chromatographic (Jabeur et al., 2014; Shi et al., 2018) and spectroscopic (Jimenez-Carvelo et al., 2017; Li et al., 2018; Meras et al., 2018) methods were used to identify adulteration of olive oil.

Methyl esters of fatty acids normally determine the limits on the content of fatty acids in olive oil and are also chemical compounds used in the differentiation between the original olive oil and other vegetable oils such as sunflower, soybean and corn (Jabeur et al., 2014). In the analysis of the fatty acid composition, cold transmethylation method was used to obtain methyl esters and they were characterized by gas chromatography (GC) (Kelebek et al., 2014).

Triacylglycerol's (TAGs) are the principal component of oils used in the detection of olive oil adulteration. They were analyzed by high

performance liquid chromatography (HPLC). TAGs are separated according to the equivalent carbon number (ECN) and double bond(s) position. The triglycerides in oils starts from 42 carbons and ends with 52 carbons. The ECN value is an important parameter used to detect the adulteration of oils. Olive oil contains a total of nine triglycerides with an ECN value of 42. Trilinolein is the most noteworthy because of its abundance. To determine the presence of other oils mixed with olive oil, the difference between the experimental and theoretical ECN 42 triacylglycerol's content is calculated. For this purpose, the difference between the experimental value of TAGs with the equivalent carbon number 42 (ECN₄₂^{HPLC}) determined by high performance liquid chromatography and the theoretical value of the TAGs with the equivalent carbon number of 42 (ECN₄₂^{theoretical}) obtained from the fatty acid composition by GC are calculated and expressed as Δ ECN42 value.

Sterols form a major part of unsaponifiable substances and are found in almost all fats and oils. Sterols are also characteristics of the originality of vegetable oils (Jabeur et al., 2014). They are major to quality regulation of virgin olive oil (VOO). Owing to the useful effects on health, the concern in sterols has increased in recent years. In sterol analysis, it is understood that even vegetable oil and other oils are added to olive oil in very small proportions.

Thus, the main purpose of this study was to identify adulteration of olive oil mixed with olive pomace oil by using gas chromatography and high-performance liquid chromatography. To this aim, analyses of fatty acids, Δ ECN42 values and sterols were applied and compared pure and adulterated oils.

Materials and Methods

Reagents

The purified water was achieved by using a Millipore-Q system (Millipore Corp., Saint Quentin, France). The standards of fatty acids (oleic, palmitic, palmitoleic, myristic, margaric,

stearic, linoleic, arashidic, margoleic, gadoleic, linolenic, lignoceric and behenic acids) were obtained from Merck (Darmstadt, Germany). All chemicals used in sterol analysis were also obtained from Merck except for internal standards (3- α -cholestenol) from Sigma-Aldrich, Supelco (Bellefonte, PA, USA).

Oil Samples

Olive oil sample was obtained from Kilis Yağlık (KY) variety got from Kilis province which is a natural geographical region of Southern Anatolian Region of Turkey in 2017-2018 harvest year. The olive pomace oil used as adulterant were obtained from the local producer in Gaziantep province.

Adulterated oils were prepared by mixing different proportions (1, 5 and 10 % v/v) of olive pomace oil to virgin olive oil. These proportions were prepared as follow; for ratios of 1%, 5% and 10% were used 99 virgin olive oil:1 ml olive pomace oil, 95 virgin olive oil:5 ml olive pomace oil and 90 virgin olive oil:10 ml olive pomace oil, respectively. Oil samples were abbreviated as follows; Virgin olive oil of Kilis Yağlık cultivar: KY, olive pomace oil: OPO.

Analysis of Fatty Acids (FA)

The FA methyl esters of oil samples were analyzed by capillary column gas chromatography equipped with split injection (1:50) and a flame ionization detector (FID) (Agilent 7890 A, CA, USA). Fatty acid methyl esters were isolated by cold trans methylation method (IOOC, 2001a). Separation was executed by a capillary column that had a 60 m length, 0.25 mm I.D. and 0.20 μ m film thickness (HP-88, Agilent Inc., USA) for isolation of cis-trans fatty acid methyl esters (FAMES). To obtain methyl esters, 0.1 g of oil sample was weighed in a 5 ml screw-top test tube and added 0.2 ml of 2 N methanolic potassium hydroxide solution. It was capped by fitted with a PTFE joint, tightened, and shaken vigorously for 30 sec. Clear upper solution was decanted and upper phase containing methyl esters was injected to GC (1 μ l of injection volume). Hydrogen was used as a carrier gas. Detector and

injector temperatures were calibrated to 280 and 250°C, respectively. Oven temperature was adjusted at 165°C for 15 min, then raising the temperature by 5°C min⁻¹ to 200°C, then fixed at this temperature for 15 min (IOOC, 2001b). The qualification of specific FAs (oleic, palmitic, palmitoleic, myristic, margoric, stearic, linoleic, arashidic, margoleic, gadoleic, linolenic, lignoceric and behenic acids) was characterized from their retention times of known standards and quantified by determination of the area under the about the topic peak based on the sum of the areas under all peaks of fatty acids. Findings were finally expressed as a percentage of the total. Fatty acid analysis was performed in triplicate.

Determination of Delta ECN42 Values

International olive oil council method (IOOC, 2017a) was used to detect TAGs with equivalent carbon number 42 as experimentally and theoretically. Delta ECN42 values were calculated using ECN42 values obtained from experimentally and theoretically results.

TAGs with equivalent carbon number 42 as experimentally (ECN42_{HPLC})

The 5 % sample solution is prepared by weighing 0.5 g of the oil into a 10 ml graduated flask and dissolved in 10 ml acetone. The analysis of ECN_{42HPLC} was performed on a HPLC equipped with a Refractive Index Detectors (RID) (Agilent 1200, CA, USA). A Lichrospher 18-250AF column (250x4.0 mm from Merck, Darmstadt, Germany) was used to separation. Separation conditions were as follows: mobile phase was acetone/acetonitrile mixture with ratio of 636:364 and temperature of column, 35 °C; flow rate of 1.0 ml min⁻¹; and 10 μ l injection volume of samples. At the end of the analysis, the percent areas of the three peaks determined according to the peak order in the chromatogram were summed and specified as value of ECN_{42HPLC}.

TAGs with equivalent carbon number 42 as theoretically (ECN42_{theoretical})

This value was calculated by using fatty acid profile. But, at the end of the analysis, only the

percent peak areas of the fatty acids listed below (Table 1) were included in the calculation of this value. Calculation details are also explained in the international olive oil council method (IOOC, 2017a).

Table 1. Fatty acids used in ECN₄₂^{theoretical} calculations
Çizelge 1. ECN₄₂^{theoretical} hesaplamalarında kullanılan yağ asitleri

Fatty acid (FA) Yağ asidi (YA)	Abbreviation Kısa Yazılışı	Molecular weight Molekül ağırlığı	ECN EKS
Palmitic acid	P	256.4	16
Palmitoleic acid	Po	254.4	14
Stearic acid	S	284.5	18
Oleic acid	O	282.5	16
Linoleic acid	L	280.4	14
Linolenic	Ln	278.4	12

Calculation of Delta ECN₄₂ (Δ ECN₄₂) Values

Delta ECN 42 values were calculated by subtracting experimental and theoretical ECN 42 values from each other.

Analysis of Sterol Composition

Sterol composition was determined by method of International Olive Oil Council (IOOC, 2017b). The internal standard (α -cholestanol, 1 ml) was added into pure olive oil samples (KY) and adulterated oils (KY+OPO). Then, mixtures were saponified by potassium hydroxide solution with ethanol (50 ml, 2 N) using the reflux condenser, and then extracted with diethyl ether. The thin-layer chromatography on a basic silica gel plate was used to separate sterols and triterpene dialcohols fraction from the unsaponifiable matter. The 2,7-dichlorofluorescein in 0.2 % ethanolic solution was sprayed onto the sterol band, scraped off with a spatula and extracted with chloroform, visualized under UV light. The sterol and diol fractions collected from the silica gel is converted into trimethylsilyl ethers by the addition of silylation reagent mixture of pyridine/hexamethyldisilazane/trimethylchlorosilane (9:3:1, v/v/v) left for 15 min, and then centrifuged. The sterol analysis was conducted on a gas chromatography coupled with a flame ionization detector (Agilent 7890 A, CA, USA).

Separation of the sterols was carried out using capillary column with stationary phase SE-54 ((5 % -Phenyl)(1 % -Vinyl)-methylpolysiloxane-30 m length \times 0.25 mm i.d. \times 0.25 μ m film thickness) from Agilent (J&W Sci., Santa Clara, USA). The conditions in GC were as follows: Helium was used as a carrier gas with a flow rate of 1.2 ml min⁻¹; inlet temperature, 280 °C; detector temperature, 290 °C; oven temperature, 260 °C held for 45 min. Identification of sterols was completed by comparing the retention times of peaks with those of the standards. The result of each sterol was expressed as percent concentration and total amount was stated as ppm.

At the same time, Mariani Ratio (R_{MAR}) (Equation 1) as follows was used to detect the adulteration of some oils to olive oils. This value was observed lower or equal to 1 for pure olive oils (Mariani et al., 1999).

$$R_{MAR} = \% \text{ campesterol} \times \frac{(\% \text{ 7 stigmastenol})^2}{\% \text{ 7 avenasterol}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Statistical Analysis

The results were specified as the average of three replication and standard deviation. All findings were subjected to variance analysis using SPSS 21 software package and also Duncan's multiple comparison test was applied to determine significant differences at 0.05 level ($p < 0.05$). Principal component analysis (PCA) was also applied using XLStat-Premium (2018) for Windows (Addinsoft, NY, USA).

Results and Discussion

Results of Fatty Acid Profile

Table 2 indicates the fatty acid profile of pure KY oil and its adulterations created by mixing 1, 5 and 10 % (v/v) quantities of olive pomace oil. As shown in Table 2, the ratios of fatty acids located in the first three ranks of KY oil were 74.47, 12.87, and 5.86 % for oleic, palmitic, and linoleic acids, respectively. Due to the results, the percentage of oleic acid was decreased when OPO were added.

As in oleic acid, palmitic acid was also decreased after 5 % mixing of OPO (12.47 and 12.62 % for adulterated oils with 5 and 10 % ratios). Linoleic acid and stearic acid were increased when OPO was added. While the ratio of miristic and trans linoleic acids did not show any change, the ratio of trans linolenic acid was increased when OPO was mixed. According to the fatty acid profile of adulterated oils, the ratio of all acids was in the range of official limits (IOOC, 2016). Besides, all acid ratios between oil samples did not found different as statistically ($P < 0.05$). Based on these results, it can be said that fatty acids alone are not satisfactory to detect adulteration. In previous studies, adulteration was investigated related to various oils. Jabeur et al. (2014) was made an effort to detect adulteration of olive oil

with 1–10 % proportions of soybean, corn, and sunflower oils. They pointed out that the results of fatty acids did not give sufficient information owing to the levels of adulteration. In another study, the composition of fatty acids of camellia oil by mixing corn, sunflower and canola oil at different ratios was examined. They stated that pure and adulterated oils were chemometrically different due to profile of fatty acids (Shi et al., 2018). Fatty acids of pure sesame oil and adulterated with hazelnut, canola and sunflower oils in different proportions (1-50 %) were examined by Ozulku et al. (2017). They compared fatty acids of pure and adulterated oils with chemometrics methods. They denoted that fatty acid composition could be used for the detection of sesame oil adulteration.

Table 2. Fatty acid composition of pure and adulterated oils (%)
Çizelge 2. Saf ve tağışlı yağların yağ asitleri bileşimi (%)

Fatty acids <i>Yağ asitleri</i>	Official Limit ^b , <i>Resmi limit,</i> %	Fatty acids percentage (%) ^a <i>Yağ asitleri yüzdesi</i>				
		Adulterated oils <i>Tağışlı yağlar</i>				
		KY	KY+1% OPO	KY+5% OPO	KY+10% OPO	
1	Miristic acid (C14:0)	≤0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
2	Palmitic acid (C16:0)	7.5-20.0	12.87	12.87	12.47	12.62
3	Palmitoleic acid (C16:1)	0.3-3.5	1.21	1.20	1.14	1.15
4	Margaric acid (C17:0)	≤0.4	0.17	0.21	0.20	0.19
5	Margoleic acid (C17:1)	≤0.6	0.27	0.27	0.26	0.25
6	Stearic acid (C18:0)	0.5-5.0	3.53	3.57	3.71	3.67
7	Trans oleic acid (C18:1T)		0.01	0.04	0.03	0.02
8	Oleic acid (C18:1)	55.0-83.0	74.47	74.13	74.31	74.15
9	Trans linoleic acid (C18:2T)		0.02	0.02	0.02	0.02
10	Linoleic acid (C18:2)	2.5-21.0	5.86	5.85	5.93	6.04
11	Arachidic acid (C20:0)	≤0.6	0.49	0.50	0.54	0.53
12	Trans Linolenic acid (C18:3T)		0.67	0.88	0.88	0.85
13	Linolenic acid (C18:3)	≤1.0	0.25	0.26	0.28	0.28
14	Gadoleic acid (C20:1)	≤0.5	0.12	0.13	0.14	0.14
15	Behenic acid (C22:0)	≤0.2	0.07	0.07	0.08	0.07
16	Lignoseriac acid (C24:0)	≤0.2	0.11	0.10	0.08	0.09

^aResults are the means of three replications as percentage. ^bOfficial limits of extra virgin olive oil (IOOC, 2016). Values are not significant statistically ($p < 0.05$)

The pure and adulterated oils was subjected to principal component analysis to find the difference as chemometrically. Sixteen fatty acids quantified were identified by two principal factors (F1 x F2). The scores of the oil samples and the

loadings of the variables and observations on the two principal components are plotted in Figure 1. The first two principal components, explained as 86.23 % of the total variance (66.05 % and 20.19 % for F1 and F2, respectively). As seen in score

plot, pure oil was clearly separated from the adulterated oils. While oils adulterated with the

ratios of 5 and 10 % were in the same group, others settled in different groups.

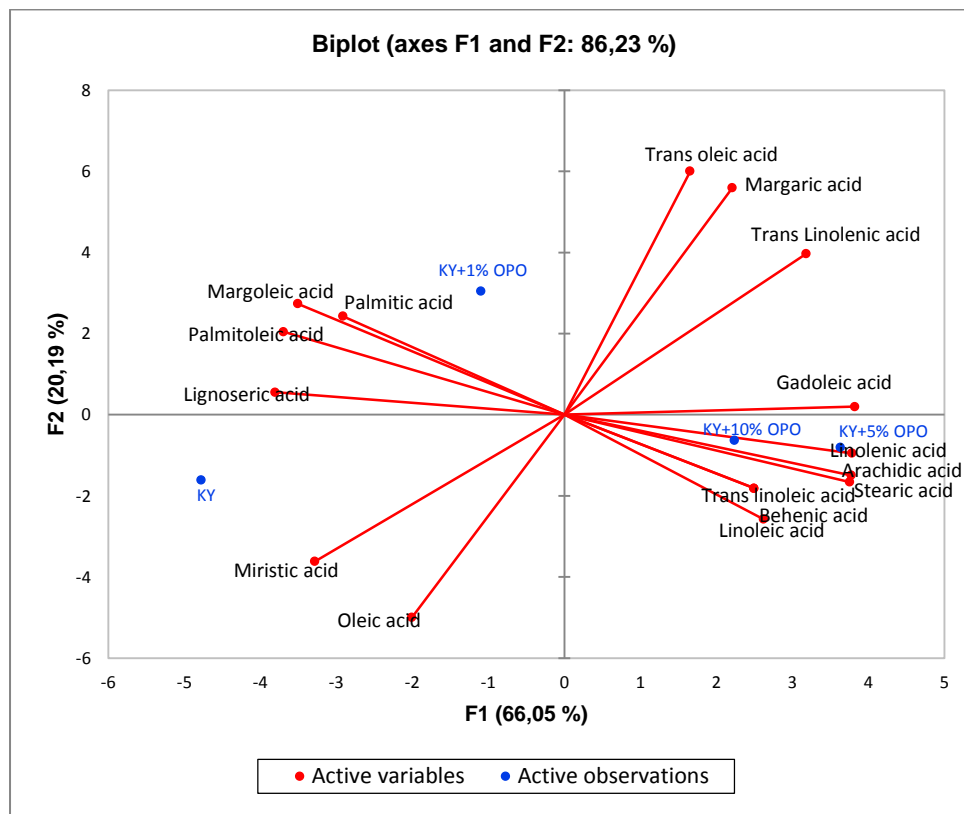


Figure 1. Projection of the variables and observations on the factor plane (F1 × F2) according to fatty acid profile

Şekil 1. Yağ asidi profiline göre faktör düzleminde (F1 × F2) gözlemler ve değişkenlerin yansımaları

Results of Delta ECN42 Values

The TAGs with equivalent carbon number 42, theoretical and experimental ECN42, and Δ ECN42 values were given in Table 3. As shown in table, the difference of theoretical and experimental ECN42 values (Δ ECN42) in adulterated oils was higher than that in the pure KY olive oil. This value is 0.04 in pure olive oil, while it is 0.12, 0.13, and 0.11 in oils adulterated with 1 %, 5 %, and 10 % OPO, respectively. According to official standards, this value should not be greater than 0.2 for virgin olive oil. As a result, it can be said that when OPO was added to olive oil, the adulteration could not be detected by the Δ ECN42 value. However, only Δ ECN42 value of pure KY oil was found different as statistically ($P < 0.05$) from adulterated oils.

In similar study, adulterations of extra virgin olive oil with sunflower, soybean and olive pomace oils using Δ ECN42 values was determined by Continas et al. (2008). They clearly differentiated the olive oils adulterated with 1 %, 2 % and 10 % sunflower oil, soybean oil and

refined olive pomace oil, respectively, by applying discriminant analysis techniques using Δ ECN42 values. Christopoulou et al., (2004), the Δ ECN42 values were used to detect the olive oil adulteration with the other vegetable oils. They found that the values of Δ ECN42 were effective in detecting the adulteration of olive oils even at very low levels of vegetable oils.

PCA was applied to determine the differentiation of pure and adulterated oils by considering TAGs profile, ECN42, and Δ ECN42 values. The scores of observations and variables are plotted in Fig. 2. The variables were selected for the PCA and the first two principal components were explained as 94.16 % of the total variance (62.43 % and 31.73 % for F1 and F2, respectively). As seen in score plot, pure oil was clearly separated from the adulterated oils. The pure and adulterated oils were separated clearly in three different groups. While oils adulterated with the ratios of 1 and 5 % were in the same group, others settled in different groups.

Table 3. Triglyceride compositions and Δ ECN42 values of pure and adulterated olive oils
 Çizelge 3. Saf ve tağışlı yağların trigliserid kompozisyonları ve Δ ECN42 değerleri

Theoretical composition of TAGs with ECN42 EKS42 olan yağ asitlerinin teorik kompozisyonu				
TAGs (ECN42) Triaçilgliseroller (EKS42)	KY	KY+1% OPO	KY+5% OPO	KY+10% OPO
LLL	0.02 ^a	0.02 ^a	0.02 ^a	0.02 ^a
PoLL	0.01 ^a	0.01 ^a	0.01 ^a	0.01 ^a
PoPoL	0.00	0.00	0.00	0.00
PoPoPo	0.00	0.00	0.00	0.00
OLnL	0.17 ^a	0.23 ^a	0.23 ^a	0.23 ^a
PoOLn	0.04 ^a	0.05 ^a	0.05 ^a	0.05 ^a
PLnL	0.04 ^a	0.05 ^a	0.05 ^a	0.05 ^a
PPoLn	0.01 ^a	0.01 ^a	0.01 ^a	0.01 ^a
SLnLn	0.00	0.00	0.00	0.00
ECN42 _{theoretical}	0.29	0.38	0.38	0.37
Experimental composition of TAGs with ECN42 EKS42 olan yağ asitlerinin deneysel kompozisyonu				
	KY	KY+1% OPO	KY+5% OPO	KY+10% OPO
LLL+PoLL	0.05 ^a	0.05 ^a	0.06 ^a	0.08 ^a
OLLn+PoOLn	0.17 ^a	0.16 ^a	0.15 ^a	0.15 ^a
PLLn	0.04 ^a	0.05 ^b	0.04 ^a	0.03 ^a
ECN42 _{experimental}	0.25 ^a	0.25 ^a	0.24 ^a	0.26 ^a
Difference ECN42 EKS42 farkı (Δ ECN42)	0.04 ^a	0.12 ^b	0.13 ^b	0.11 ^b

Results are the means of three replications as percentage. Values with different letters in the same row are significant statistically ($p < 0.05$)

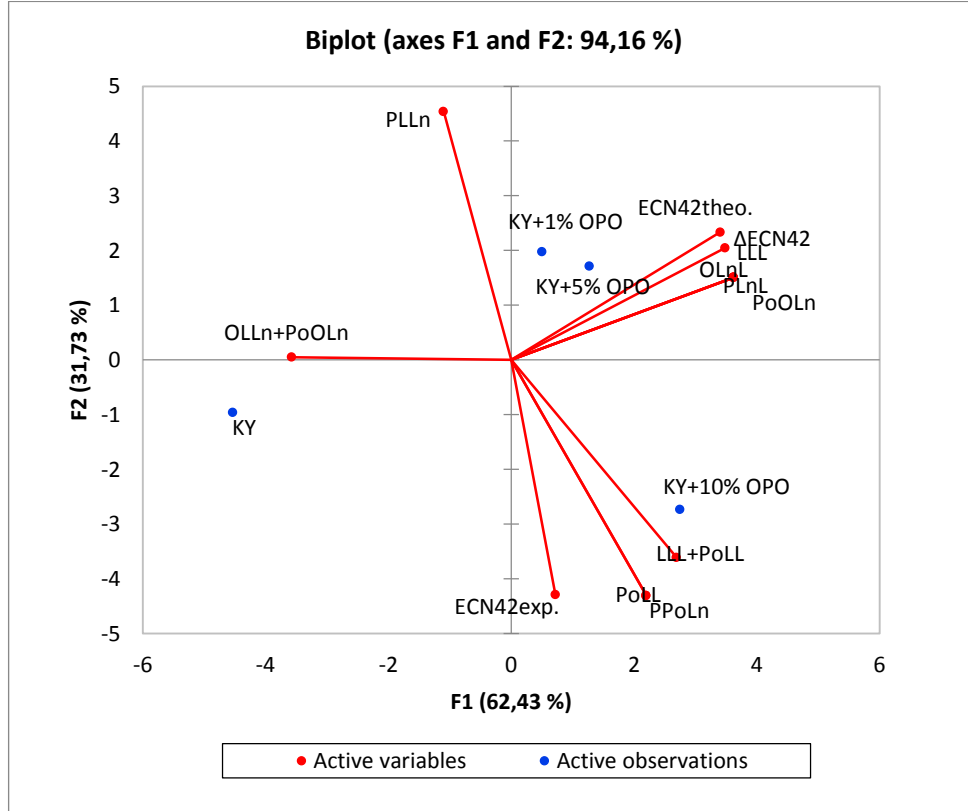


Figure 2. Projection of the variables and observations on the factor plane (F1 \times F2) according to TAG profile and ECN42 values

Şekil 2. Triaçilgliserol profili ve EKS42 değerlerine göre faktör düzleminde (F1 \times F2) gözlemler ve değişkenlerin yansımaları

Results of Sterol Profile

The sterol profiles of pure oil and adulterated oils were shown in Table 4. According to results, the percent of some sterol compounds increased or some of decreased when OPO was mixed. It has been found that the amount of some sterols were not in the range of official limit. The amount brassicasterol should be below 0.1 % according to the IOOC limits. In pure Kilis yaglik olive oil, the ratio of this compound was 0.02 %. However, in olive oil adulterated with OPO, this value was 0.17 for adulterated oil with 5 % OPO and 0.22 for adulterated oil with 10 % OPO. It can be seen that the percentage of beta-sitosterols decreased to lower limit (93 %) when mixed with 5 % and 10 % olive pomace oil. On the other hand, Δ -7-Stigmastenol was also increased when

KY oil was adulterated. It was seen that if the rate of mixing of the olive pomace oil increased, its rates exceeded the upper limit. Another important finding was observed in erythrodiol+uvaol compound. Due to official limit its content should be less than or equal to 4.5 %. However, its percentage increased to 6.40 for adulterated oil with 5 % OPO and 10.14 for adulterated oil with 10 % OPO. According to results of statistical analysis, there were significant difference in some compounds between pure and adulterated oils. For example, brassicasterol, Δ -7-campesterol, erythrodiol+uvaol compounds and esterified sterol fraction (Rmar) value and total sterol content showed statistically differences ($p < 0.05$)

Table 4. Sterol composition of pure and adulterated oils (%)
Çizelge 4. Saf ve tağışışli yağların sterol kompozisyonu

Sterols <i>Steroller</i>	Official Limit ^b <i>Resmi limit, %</i>	Sterol percentage (%) ^a <i>Sterol yüzdesi</i>			
		KY	KY+1% OPO	KY+5% OPO	KY+10% OPO
1 Cholesterol	≤0.5	0.62 ^a	0.66 ^a	0.66 ^a	0.53 ^a
2 Brassicasterol	≤0.1	0.02 ^a	0.04 ^a	0.17 ^b	0.22 ^b
3 24-Methylen cholesterol		0.09 ^a	0.09 ^a	0.12 ^a	0.08 ^a
4 Campesterol	≤4.0	1.90 ^a	1.92 ^a	2.04 ^a	2.11 ^a
5 Campestanol		0.08 ^a	0.09 ^a	0.10 ^a	0.11 ^a
6 Stigmasterol	<campe	1.39 ^a	1.41 ^a	1.69 ^a	1.76 ^a
7 Δ -7-Campesterol		0.04 ^a	0.08 ^a	0.17 ^b	0.19 ^b
8 Beta-sitosterols	≥93	94.41 ^a	94.15 ^a	93.56 ^a	93.59 ^a
Δ -5.23-Stigmastadienol		0.10 ^a	0.14 ^a	0.11 ^a	0.10 ^a
Clerosterol		0.98 ^a	0.90 ^a	0.83 ^a	0.85 ^a
Beta-sitosterol		79.10 ^a	79.03 ^a	80.25 ^a	81.42 ^a
Sitostanol		1.53 ^a	1.62 ^a	1.72 ^a	1.95 ^a
Δ -5-Avenasterol		12.15 ^a	11.88 ^a	10.11 ^a	8.74 ^a
Δ -5.24-Stigmastadienol		0.56 ^a	0.59 ^a	0.53 ^a	0.53 ^a
9 Δ -7-Stigmastenol	≤0.5	0.39 ^a	0.46 ^a	0.53 ^a	0.53 ^a
10 Δ -7-Avenasterol		1.05 ^a	1.10 ^a	0.96 ^a	0.89 ^a
11 Erythrodiol+Uvaol	≤4.5	2.65 ^a	3.68 ^a	6.40 ^b	10.14 ^c
12 Esterified sterol fraction (Rmar)		0.27 ^a	0.38 ^a	0.60 ^b	0.66 ^c
13 Total sterol (ppm)	≥1000	1449.38 ^a	1545.60 ^{ab}	1824.32 ^{ab}	2202.77 ^b

^aResults are the means of three repetitions as %. Values with different letters in the same row are significant statistically ($p < 0.05$)

^bInternational Olive Oil Council, 08/11/2001, COI/T.15/NC.no. 2/Rev. 10 Trade Standard Applying to Olive Oil and Olive-Pomace Oil.

In previous studies, sterol profile was used to detect adulteration. Jabeur et al. (2014) investigated sterol composition by mixing soya, corn and sunflower oils at various rates (1, 2, 3, 4, 5, and 10 %) to extra virgin olive oil. They found that the amounts of campesterol and $\Delta 7$ -stigmastenol in olive oil mixed with 10 % soybean oil increased above the limit values ($6.17 > 4.0$ % and $0.59 > 0.5$ %) and the amount of β -sitosterol decreased ($89.21 < 93$ %). They said that the sterol profile is almost determinative in declaring the adulteration of olive oils with other vegetable oils: 1 % of sunflower oil could be detected by the rising of $\Delta 7$ -stigmastenol and 4 % of corn oil by the enhancing of campesterol.

Another important finding that gives information about the adulteration was the R_{mar} values. In previous studies, it was stated that R_{mar} is not more than 1 for non-adulterated olive oil, (Mariani et al., 1999; Azadmard-Damirchi, 2010). Considering the R_{mar} of the oil samples, the pure olive oil and adulterated oils displayed a value lower than 1. However, this value increased as the rate of addition of OPO increased. Consequently, it can be said that when higher amounts of olive pomace oil are mixed, this value could be used for detection of adulteration.

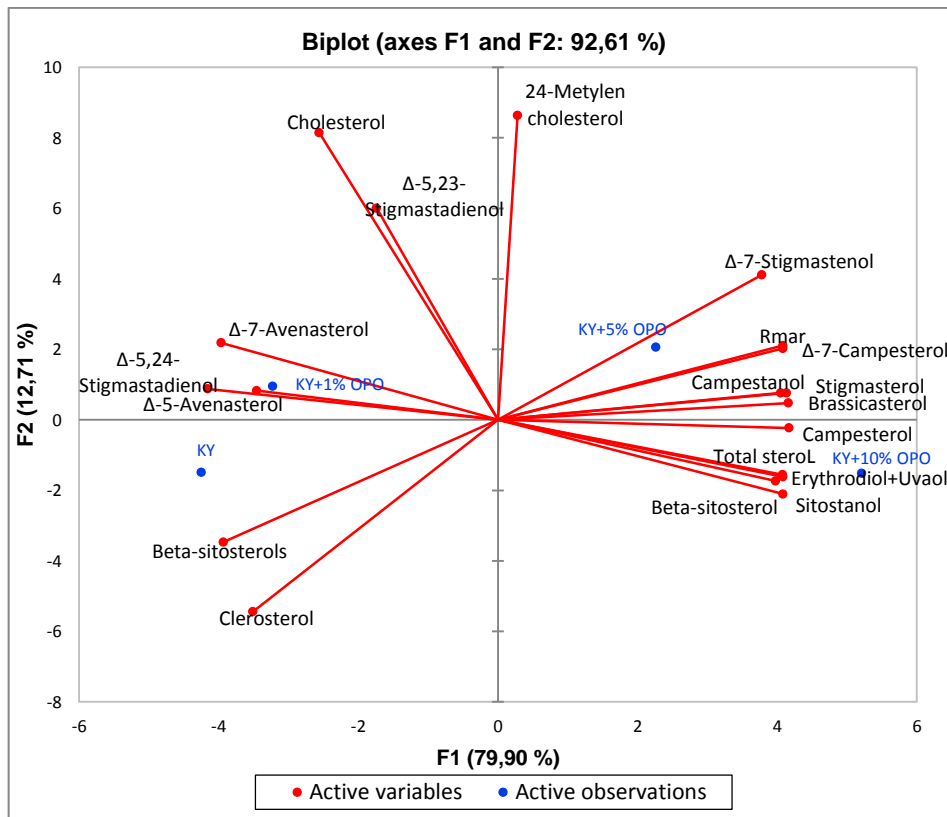


Figure 3. Projection of the variables and observations on the factor plane (F1 \times F2) according to sterol profile.

Şekil 3. Sterol profiline göre faktör düzleminde (F1 \times F2) gözlemler ve değişkenlerin yansımaları

PCA biplot including variables and observations of pure and adulterated olive oils according to sterols are illustrated in Figure 3. As can be seen in figure, oil samples demonstrated four separate groups. The total variance was reported as 92.61 % (F1: 79.90 %; F2: 12.71 %). The score plot in the PCA analysis showed that KY oil was clearly separated from the adulterated oils due to content of beta-sitosterols and clerosterol. Total sterol content was effective on discrimination of

adulterated oils with 10 % OPO. Considering the value of R_{mar} , it was determined that the oils mixed with 5 % and 10% OPO were distinctive.

Conclusion

Olive oil is one of the most food products exposed to adulteration in the world due to its relatively low production and high cost compared to other vegetable oils. Therefore, identification

of adulteration has been an important issue in recent years. This research was focused on detection of olive oil adulteration with olive pomace oil by using fatty acid profile, Δ ECN42 values and sterol composition. When olive oil is mixed with other vegetable oils or pomace oils, these profiles changes. According to the our results, it can be said that fatty acids and Δ ECN42 values are not very effective in detecting adulteration, but sterols can be used to detect adulteration of olive oil with olive pomace oil. On the other hand, PCA analysis gave good separation of pure and adulterated oils in different groups.

References

- Azadmard-Damirchi, S. (2010). Review of the use of phytosterols as a detection tool for adulteration of olive oil with hazelnut oil. *Food Additives & Contaminants*, 27(1), 1–10.
- Christopoulou, E., Lazaraki, M., Komaitis, M., & Kaselimis, K. (2004). Effectiveness of determinations of fatty acids and triglycerides for the detection of adulteration of olive oils with vegetable oils. *Food Chemistry*, 84(3), 463–474.
- Continas, A., Martinez, S., Carballo, J., & Franco, I. (2008). Detection of contaminations and/or adulterations of the extra virgin olive oil with seeds oils (sunflower and soybean) and olive pomace oil. *Grasas y Aceites*, 59(2), 97–103.
- IOOC, International Olive Oil Council, method of analysis, preparation of the fatty acid methyl esters from olive oil and olive pomace oil, COI/T.20/Doc.no. 24. (2001a). <http://www.internationaloliveoil.org>.
- IOOC, International Olive Oil Council, method of analysis, determination of the *trans* unsaturated fatty acids by capillary column gas chromatography, COI/T.20/Doc.no. 17. (2001b). <http://www.internationaloliveoil.org>
- IOOC, International Olive Oil Council, trade standard applying to olive oil and olive pomace oil, COI/T.15/NC No 3/Rev. 11. (2016). <http://www.internationaloliveoil.org>.
- IOOC, International Olive Oil Council, method of analysis, determination of the difference between actual and theoretical content of triacylglycerols with ECN 42, COI/T.20/Doc. No 20 /Rev. 4. (2017a) <http://www.internationaloliveoil.org>
- IOOC, International Olive Oil Council, method of analysis, determination of the composition and content of sterols and triterpene dialcohols by capillary column gas chromatography, COI/T.20/Doc. No 30/Rev. 2. (2017b). <http://www.internationaloliveoil.org>
- Jabeur, H., Zribi, A., Makni, J., Rebai, A., Abdelhedi, R., & Bouaziz, M. (2014). Detection of Chemlali extra-virgin olive oil adulteration mixed with soybean oil, corn oil, and sunflower oil by using GC and HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(21), 4893–4904.
- Jha, S.N., Jaiswal, P., Grewal, M.K., Gupta, M., & Bhardwaj, R. (2016). Detection of adulterants and contaminants in liquid foods—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(10) 1662–1684.
- Jimenez-Carvelo, A.M., Osorio, M.T., Koidis, A., Gonzalez-Casado, A., & Cuadros-Rodríguez, L. (2017). Chemometric classification and quantification of olive oil in blends with any edible vegetable oils using FTIR-ATR and Raman spectroscopy. *LWT - Food Science and Technology*, 86, 174–184.
- Kelebek, H., Kesen, S., & Selli, S. (2014). Comparative study of bioactive constituents in Turkish olive oils by LC-ESI/MS/MS. *International Journal of Food Properties*, 18(10), 2231–2245.
- Li, Y., Fang, T., Zhu, S., Huang, F., Chen, Z., & Wang, Y. (2018). Detection of olive oil adulteration with waste cooking oil via Raman spectroscopy combined with iPLS and SiPLS. *Spectrochimica Acta, Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 189, 37–43.
- Mariani, C., Bellan, G., Morchio, G., & Pellegrino, A. (1999). Free and esterified minor components of olive and hazelnut oils: Their potential utilisation in checking oil blend. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 76, 297–305.
- Meras, I.D., Manzano, J.D., Rodriguez, D.A., & De la Pena, A.M. (2018). Detection and quantification of extra virgin olive oil adulteration by means of autofluorescence excitation-emission profiles combined with multi-way classification. *Talanta*, 178, 751–762.
- Ozulku, G., Yildirim, R.M., Toker, O.S., Karasu, S., & Durak, M.Z. (2017). Rapid detection of adulteration of cold pressed sesame oil adulterated with hazelnut, canola, and sunflower oils using ATR-FTIR spectroscopy combined with chemometric. *Food Control*, 82, 212–216.
- Shi, T., Zhu, M.T., Chen, Y., Yan, X.L., Chen, Q., Wu, X.L., Lin, J., & Xie, M. (2018). ^1H NMR combined with chemometrics for the rapid detection of adulteration in camellia oils. *Food Chemistry*, 242, 308–315.
- Tsopelas, F., Konstantopoulos, D., & Kakoulidou, A.T. (2018). Voltammetric fingerprinting of oils and its combination with chemometrics for the detection of extra virgin olive oil adulteration. *Analytica Chimica Acta*, 1015, 8–19.
- Türkoğlu, H., Kanik, Z., Yakut, A., Güneri, A., & Akın, M. (2012). Nizip ve çevresinde satışa sunulan zeytinyağı örneklerinin bazı özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 16(3), 1–8.



Antioxidative activities of hazelnut protein hydrolyzates as predicted by *in silico* analysis techniques

Fındık protein hidrolizatlarının antioksidatif aktivitelerinin *in silico* analiz teknikleri ile öngörülmesi

İbrahim GÜLSEREN^{1*}

¹ İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi (İZÜ), Gıda Mühendisliği Bölümü, Halkalı Kampüsü, 34303, Küçükçekmece – İstanbul

To cite this article:

Gülseren, İ. (2019). Antioxidative activities of hazelnut protein hydrolyzates as predicted by *in silico* analysis techniques. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 345-353
DOI: 10.29050/harranziraat.470105

Address for Correspondence:
İbrahim GÜLSEREN
e-mail:
ibrahim.gulseren@izu.edu.tr

Received Date:
12.10.2018
Accepted Date:
21.06.2019

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



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

ABSTRACT

Recently, a variety of studies have been carried out on the production and analysis of bioactive peptides. Here, based on *in silico* methods, antioxidative behavior of hazelnut (*Corylus avellana* L.) peptides, which could be prepared by enzymatic treatments with 3 gastrointestinal (GI) and 3 non-GI enzymes were evaluated. On 10/03/2017, UniProt database listed 469 hazelnut proteins. In the current study, a subset (23 ribosomal proteins) of these proteins were examined and the activity of the GI proteases (trypsin, pepsin, chymotrypsin) for the production of antioxidative peptides were compared to non-GI proteases (thermolysin, papain and bromelain). Firstly, potential antioxidative peptide sequences were determined. GI proteases were less effective compared to non-GI proteases in the manufacture of antioxidative peptides. Antioxidative property of peptides, which were obtained by thermolysin or papain treatments, were significantly higher compared to GI proteases. When all 23 proteins were treated 37 antioxidative peptides were formed by thermolysin, while 10 antioxidative peptides were predicted for trypsin. Of the 138 cases studied (23 proteins x 6 proteases), 44 antioxidative peptides were detected (i.e., 1 peptide in approx. 32% of all cases). Based on current findings, hazelnut proteins can be considered a valuable resource for antioxidative peptide manufacture.

Key Words: Plant protein peptides, Common hazelnut (*Corylus avellana* L.), Ribosomal proteins, *In silico* proteolysis.

ÖZ

Günümüzde biyoaktif peptitlerin üretimi ve analizi ile ilgili olarak birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmada, *in silico* yöntemler kullanılarak 3 gastrointestinal (Gİ) ve 3 Gİ olmayan enzim muamelesi ile hazırlanması muhtemel fındık (*Corylus avellana* L.) peptitlerinin antioksidatif davranışları değerlendirilmiştir. 10 Mart 2017 itibarıyla, UniProt veri tabanında 469 fındık proteini listelenmiştir. Bu çalışmada, söz konusu proteinlerin bir alt kümesi (23 ribozomal protein) incelenmiştir ve *in silico* proteoliz yöntemleri ile antioksidatif peptitlerin üretimi için gastrointestinal (Gİ) proteazların (tripsin, pepsin, kimotripsin) etkinliği; termolisin, papain ve bromelain gibi Gİ olmayan proteazlarla karşılaştırılmıştır. Elde edilen muhtemel antioksidatif peptit dizilimleri ve bunların sayıları her bir proteaz için belirlenmiştir. Birçok durumda, Gİ proteazlarının antioksidatif peptitlerin üretiminde Gİ olmayan proteazlara oranla daha az etkili olduğu gösterilmiştir. Özellikle termolisin veya papain kullanımı ile elde edilmesi olası peptitlerin antioksidatif özelliği Gİ proteazlara baskındır. Örneğin söz konusu 23 proteinden termolisin kullanımı ile 37 antioksidatif peptit oluşurken tripsin ile toplam 10 antioksidatif peptit oluşması beklenmektedir. 23 protein ve 6 proteaz göz önüne alınarak yürütülen 138 analizin 44 tanesinde (incelenen bütün durumların yaklaşık %32'sinde) antioksidatif peptitlerin oluşma olasılığı saptanmıştır. Mevcut bulgulara dayanarak, fındık proteinlerinin antioksidatif peptitlerin üretimi için değerli bir kaynak olarak kabul edilmesi mümkün görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitki proteini peptitleri, Fındık (*Corylus avellana* L.), Ribozomal proteinler, *In silico* proteoliz.

Introduction

Plant proteins represent a sustainable protein source that is both fit for human consumption and reduction of global carbon footprint (Nadathur et al., 2016). Sustainability primarily depends on the poor conversion rate of plant proteins to animal proteins. Once 100 g of plant protein is fed to animals, approximately 15 g animal protein can be manufactured (Day, 2013). Since the global demand for proteins are constantly rising, once again the utilization of alternative protein sources in the manufacture of foods and other commercial products gain importance. In our group, one of the research priorities include production and utilization of plant proteins based on the usage of agricultural and/or industrial byproducts, particularly from cold press deoiled plant meals. Once oil is removed from oilseeds or oil fruits, the protein concentration in the meals significantly increases, hence generating relatively inexpensive byproducts for protein production (Coşkun et al., 2019).

Hazelnut (*Corylus avellana* L.) is one of the most important agricultural products in Turkey (Ozdemir and Akinci 2004) and approximately 80% of the total global harvest is generated. According to TURKSTAT data, hazelnut harvest in 2017/18 accounted for 675.000 metric tons (TÜİK, 2019). Other major hazelnut producers include other Mediterranean countries and the western states of the USA. Based on its high oil content, hazelnut may be considered a high calorie plant food, whereas due its various valuable components, many physiological benefits may occur upon its consumption (Richardson, 1997). A variety of bioactivities including protective effects on cardiovascular system, reduction of cholesterol, antioxidative effects etc. have been reported. The majority of these influences have been attributed to hazelnut oil components (mono- and polyunsaturated fatty acids, especially oleic and linoleic acids) (Parcerisa et al., 1997), polyphenols, tocopherols and squalene (Alasalvar et al., 2006, 2009; Dogan et al., 2007)

as well as phytosterols and phytostanol (Miraliakbari and Shadidi, 2008), most of which are oil soluble or dispersible components. The studies on the bioactivities of water soluble or dispersible components including proteins is somewhat limited (Aydemir et al., 2014). Especially since hazelnut kernels contain significant amounts of proteins (10% to 24%) depending on the cultivar (Köksal et al., 2006), biological importance of hazelnut proteins has to be further investigated.

In addition to other valuable oils, the extent of cold press hazelnut oil production is also increasing. Consequently, increasing extents of cold press meals are being produced industrially. The literature on hazelnut proteins has traditionally been focused on allergenic characteristics of these proteins (Vieths et al., 1999; Ortolani et al., 2000; Flinterman et al., 2008). It is noteworthy however that the relative digestive stability of hazelnut allergens was found to be lower than that of peanut allergens (Vieths et al., 1999). A recent study has demonstrated potential antioxidative, anti-carcinogenic and antihypertensive properties of hazelnut protein isolates as well (Aydemir et al., 2014). However, literature on hazelnut protein hydrolysates is largely scarce.

Bioactive peptides are protein hydrolysates that can demonstrate beneficial physiological responses in the human body. These sequences often become active upon *in vitro* or *in vivo* enzymatic hydrolysis (Korhonen and Pihlanto, 2003, 2006), while such activities may not be revealed in the parent molecules. For example, generation of antioxidative responses has been demonstrated in the current literature (Lorenzo et al., 2018). Most of these bioactive molecules are valuable components with high bioactivity at relatively low doses, have the capabilities to interact with specific targets, and demonstrate a variety of therapeutic effects (Agyei and Danquah, 2011). It is possible to mention therapeutic effects such as anti-carcinogenic, anti-oxidative, anti-microbial, anti-HIV, cholesterol or hypotensive, anti-rheumatic

activities among these features (Shahidi and Zhong, 2008). Bioactive peptides can also form during the processing or digestion of protein-containing foods (Korhonen, 2009). In many cases, various proteases were shown to generate bioactive peptides *in vitro* from food proteins (Gibbs et al., 2004; Korhonen and Pihlanto, 2006). As a general rule, hydrolysis of proteins can reduce the content of major protein allergens, while increasing the solubility of peptides by the formation of free amino and carboxyl groups (Sarmadi and Ismail, 2010). Upon the manufacture of bioactive peptides, an improvement in both the technical and biological properties might take place (Karami and Akbari-adergani, 2019).

In this study, *in silico* analysis methods were used to predict the potential bioactivity of peptides that could be formed by enzymatic treatment of ribosomal hazelnut proteins with GI or non-GI proteases. Potential ACE-inhibitory and DPP-IV inhibitory activities of hazelnut peptides were recently published in a previous study from our group (Gülseren, 2018) as well as *in vitro* findings on ACE-inhibitory activity (Gülseren et al., 2019). Here, potential antioxidative properties of hazelnut peptides are being further investigated. These studies will collectively enable the manufacture of value added hazelnut components bearing a natural antioxidant identity and without inducing any side effects, in addition to their ACE-inhibitory and DPP-IV inhibitory potential.

Due to the presence of hundreds of hazelnut proteins listed in the currently existing protein databases, a relatively small subset of these proteins (ribosomal proteins) has been investigated in the current work. This specific subset corresponds to approximately 5% of the known hazelnut proteins. Although the results do not represent all hazelnut proteins, these efforts have contributed to the supply of funds that is currently supporting our lab group to work on bioactive hazelnut peptides in detail. Currently *in vitro* studies are underway in our labs and the effect of proteolysis by various proteases on both

the generation of bioactive peptides and reduction of allergenic properties are keenly investigated.

Material and Methods

Sequences of the ribosomal hazelnut proteins

Sequences of ribosomal hazelnut proteins were obtained from the UniprotKB database (<http://www.uniprot.org>) on March 10, 2017. Ribosomal proteins represent 23 (about 5% of all hazelnut proteins) out of 469 hazelnut proteins whose sequence was known at that time. Table 1 listed the basic data of these proteins such as the names of each ribosomal

protein, their corresponding database accession numbers, and their total number of amino acids. Due to the time and labor intense nature of the current analyses, this preliminary study was conducted with a limited subset rather than all hazelnut proteins.

In silico proteolysis and the analysis of bioactive sequences

For the *in silico* proteolysis of ribosomal hazelnut proteins, “enzyme action” tool (<http://www.uwm.edu.pl/biochemia/index.php/pl/biopep>) of the BIOPEP web-server was utilized (Minkiewicz et al., 2008). BIOPEP predicts fragments to be produced from each amino acid sequence, based on the general proteolytic characteristics of each enzyme. As a result, for sequences input to the system, BIOPEP calculates a set of outputs containing the peptides formed as a consequence of proteolysis (Minkiewicz et al., 2008). Some of the additional references explaining the BIOPEP database and certain research findings based on BIOPEP can be located elsewhere (Minkiewicz et al., 2011; Iwaniak et al., 2005; Iwaniak and Dziuba, 2011).

Proteolytic simulations were performed separately using 6 different proteases for each protein listed on Table 1. These enzymes were 3 gastrointestinal (trypsin, chymotrypsin and pepsin) and 3 non-gastrointestinal proteases (thermolysin, bromelain and papain) (Udenigwe

et al., 2013; Gülseren, 2018). Commercial forms of all of these proteases are currently available on the market. For each enzyme, the individual sequences formed from each protein were analyzed individually for their potential bioactive properties using the "profiles of biological activity" tool (Minkiewicz et al., 2008). The BIOPEP database also catalogs the previously identified bioactive peptide sequences. Thus, peptides formed during the simulations were compared to the existing peptide data using sequence-based similarities.

Results and Discussion

The names of the ribosomal hazelnut proteins examined in this study, the total number of amino acid number that they contain and the access numbers for the protein databases were summarized in Table 1. The amino acid numbers in the proteins range from 25 to 286 and the average number of amino acids in the ribosomal proteins is calculated as 133.3. In addition, the amino acid sequences of these proteins were downloaded from the Uniprot database and utilized in further analyses.

Table 1. Randomly assigned order numbers, accession numbers for protein databases and number of amino acids in ribosomal proteins of the common hazelnut

Çizelge 1. Rastgele verilen protein sıra numaraları sayıları, protein veri tabanları için erişim kodları ve söz konusu ribozomal fındık proteinlerindeki amino asit sayısı

Order Number Sıra numarası	Name of the protein Proteinin ismi	Total number of amino acids Toplam amino asit sayısı	UniProtKB Accession Number UniProtKB erişim kodu
1	Ribosomal protein small 3 (Fragment)	25	Q9TGB0
2	Ribosomal protein S19	92	A0A1I9RG92
3	Ribosomal protein L23	93	A0A1I9RG90
4	Ribosomal protein S12	124	A0A1I9RG93
5	Ribosomal protein S7	155	A0A1I9RG73
6	Ribosomal protein L32	56	A0A1I9RG76
7	Ribosomal protein S18	101	A0A1I9RG53
8	Ribosomal protein L2	286	A0A1I9RG91
9	Ribosomal protein S16	65	A0A1I9RG19
10	Ribosomal protein L14	122	A0A1I9RG65
11	Ribosomal protein S4	201	A0A1I9RG35
12	Ribosomal protein L16	136	A0A1I9RG66
13	Ribosomal protein S14	100	A0A1I9RG31
14	Ribosomal protein S3	219	A0A1I9RG67
15	Ribosomal protein S11	138	A0A1I9RG62
16	Ribosomal protein L2	287	A0A1I9RG70
17	Ribosomal protein L33	73	A0A1I9RG52
18	Ribosomal protein S2	241	A0A1I9RG25
19	Ribosomal protein L36	42	A0A1I9RG63
20	Ribosomal protein L22	169	A0A1I9RG68
21	Ribosomal protein S15	90	A0A1I9RG85
22	Ribosomal protein S8	134	A0A1I9RG64
23	Ribosomal protein L20	117	A0A1I9RG54

Based on the BIOPEP data, 23 different proteins were subjected to *in silico* proteolysis one-by-one and a total of 6 different proteases were utilized in this process (Minkiewicz et al.,

2008). Consequently, a total of 138 different cases were investigated (23 proteins x 6 proteases). These proteases included 3 gastrointestinal (GI) enzymes (pepsin, trypsin and

chymotrypsin) as well as 3 non-GI enzymes (bromelain, papain and termolysin). Since non-GI enzymes have also been demonstrated to be instrumental in the production of bioactive peptides (Gobbetti et al., 2002), these 3 enzymes have also been included in this study. In each and every case, enzymatic treatments generated multiple peptides from all proteins studied here (Table 1).

Peptide sequences with two or more amino acids were recorded. Since the bioactive performances of free amino acids are well-characterized in the literature, single amino acid sequences were not taken into account, while their overall content was also negligible (data not shown). All the two or more amino acid containing peptides were further analyzed using *in silico* tools and their antioxidative characteristics were investigated.

First of all, using the “profiles of biological activity” tool on the BIOPEP database (Minkiewicz et al., 2008), the potential bioactivities of all peptides were analyzed (Tables 2-3; Figures 1-3). In total, among the 138 cases investigated, 44 cases were predicted (i.e., 31.9% of all cases) to generate bioactive peptides with antioxidative activities. That means, since each proteolytic event generated multiple peptides, among the peptides generated in each case, at least one peptide was of potentially antioxidative nature in approx. 32% of the cases. Consequently, the number of antioxidative peptides generated and the total number of amino acids in these peptides were determined for all the 138 different cases. The distribution of these results based on the type of protease used was listed on Figure 1 and the behavior of GI vs. non-GI proteases was compared.

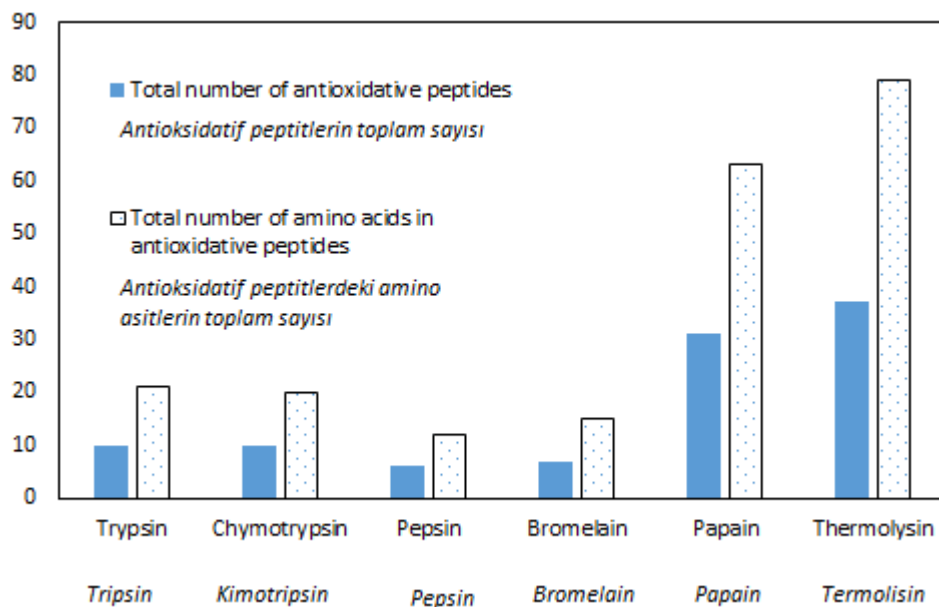


Figure 1. Distribution of antioxidative peptides resulting from *in silico* proteolysis of 23 different ribosomal hazelnut proteins and their total number of amino acids by proteolytic enzymes

Şekil 1. 23 farklı ribosomal fındık proteininin *in silico* proteolizinden ortaya çıkan antioksidatif peptitlerin ve bu peptitlerin içerdiği amino asit sayılarının proteolitik enzimlere bağlı değişimi

GI proteases were found to generate a lesser extent of antioxidative peptides compared to the non-GI proteases (Figure 1). For the 3 GI proteases, ≤ 10 antioxidative peptides (i.e., in total for 23 different cases) were generated. The total number of amino acids in these peptides were ≤ 21 . Non-GI proteases, especially papain and termolysin, generated a larger extent of antioxidative peptides compared to GI proteases.

While 31 antioxidative peptides were located in papain hydrolyzates, termolysin hydrolyzates contained 37 antioxidative peptides, which contained a total of 63 and 79 amino acids, respectively. Thus, the average number of amino acids per peptide was calculated as 2.13 and 2.03, respectively. Since the average number of amino acids were approximately equal to 2, dipeptides were dominant in most cases. Figure 2 detailed

the case where the highest concentration of antioxidative peptides formed. When protein 23 was treated with thermolysin, five different antioxidative peptides, each of which was a dipeptide, were generated. Therefore, there was a potential to generate a 10 amino acid sequence from this 117 amino acid protein that potentially performed antioxidative effect. This identification was based on comparison to the literature data listed on the BIOPEP database. BIOPEP generally identifies certain peptides in the presence of previous literature data and it is possible to analyze any known sequence using BIOPEP tools. Antioxidative peptides that occur in some other proteins also included tripeptides, but none of the 138 cases examined had antioxidative sequences longer than 3 amino acids after proteolytic

treatments. In all cases only FKK, IKK, IRW, LHR, LLR and RHN antioxidative tripeptides were formed and only IKK was observed more than once among these peptides. IKK, for example, can be identified as an antioxidative peptide from prawn muscle (*Penaeus japonicus*) based on BIOPEP data, which can also be encountered in hazelnut protein hydrolyzates. Tables 2 and 3 also show the most frequently occurring antioxidative peptides in all cases. The most commonly encountered antioxidative peptide was the IR dipeptide (Table 2). The distribution of such peptides to the 6 proteases was shown on Table 3. It is understood that some antioxidative peptides, especially IR, could be formed by more than one protease.

1 MTRIKRGYIA RRRRTK**IR**LF ASSFRGAHSR LTRTITQQKI **RAL**FSAYRDR
51 GRQKRDFRRL **WIT**RINAVIR GKGIIYYNVR LIHNLYKRQL LLNRKILAQI
101 AILNRNCLYM ISNEIL**K**

Figure 2. Antioxidative peptide sequences (shown in bold) released from ribosomal protein No.23 by the thermolysin treatment. Note that in this specific case (protein No. 23 and thermolysin), all the antioxidative sequences in the hydrolysate were dipeptides

Şekil 2. Termolizin muamelesi ile 23 numaralı ribozomal proteinden ortaya çıkan antioksidatif peptit sekansları (kalın olarak gösterilmiştir). Bu özel durumda (protein No. 23 ve termolizin muamelesi), hidrolizattaki tüm antioksidatif dizileri dipeptit yapıdadır

Table 2. The sequences and total number of occurrence for the most frequently formed 5 antioxidative peptides in this study
Çizelge 2. Bu çalışmada en sık oluşan 5 antioksidatif peptit için amino asit sekansları ve bu peptitlerin çalışma boyunca ortaya çıkma sıklığı

Peptit sequence <i>Peptit sekansı</i>	Total number of occurrence <i>Toplam oluşma sıklığı</i>
IR	34
IY	10
LK	14
EL	9
LY	8

Table 3. Sequences of antioxidative peptides predicted to occur multiple times in this study in all cases and the distribution of these peptides based on their corresponding proteases. The symbol X indicates the number of times the corresponding peptide has been formed

Çizelge 3. Bu çalışmada birden çok kez ortaya çıkacağı öngörülen antioksidatif peptitlerin sekansları ve bu peptitlerin proteazlara göre dağılımı. X sembolü, söz konusu peptitin ortaya çıkma sayısını gösterir

Trypsin <i>Tripsin</i>	Chymotrypsin <i>Kimotripsin</i>	Pepsin <i>Pepsin</i>	Bromelain <i>Bromelain</i>	Thermolysin <i>Termolizin</i>	Papain <i>Papain</i>
8X IR	4X EL 3X IY	4X EL	3X LK	2X AH 3X IKK 11X IR 3X IY 7X LK 2X LW 3X LY	15X IR 3X IY 2X LH 3X LK 5X LY

Finally, the distribution of the total number of amino acids contained by the antioxidative peptides resulting from the treatment of 23 proteins with different proteases is presented on Figure 3. The relatively low levels of antioxidative amino acids generated by trypsin

(Figure 3A) were elevated in papain treatments (Figure 3B) and reached their highest value in thermolysin treatments (Figure 3C). It is understood, however, that the behavior of each protein was specific and that the relationship between these 3 proteases does not follow a certain trend between different proteins.

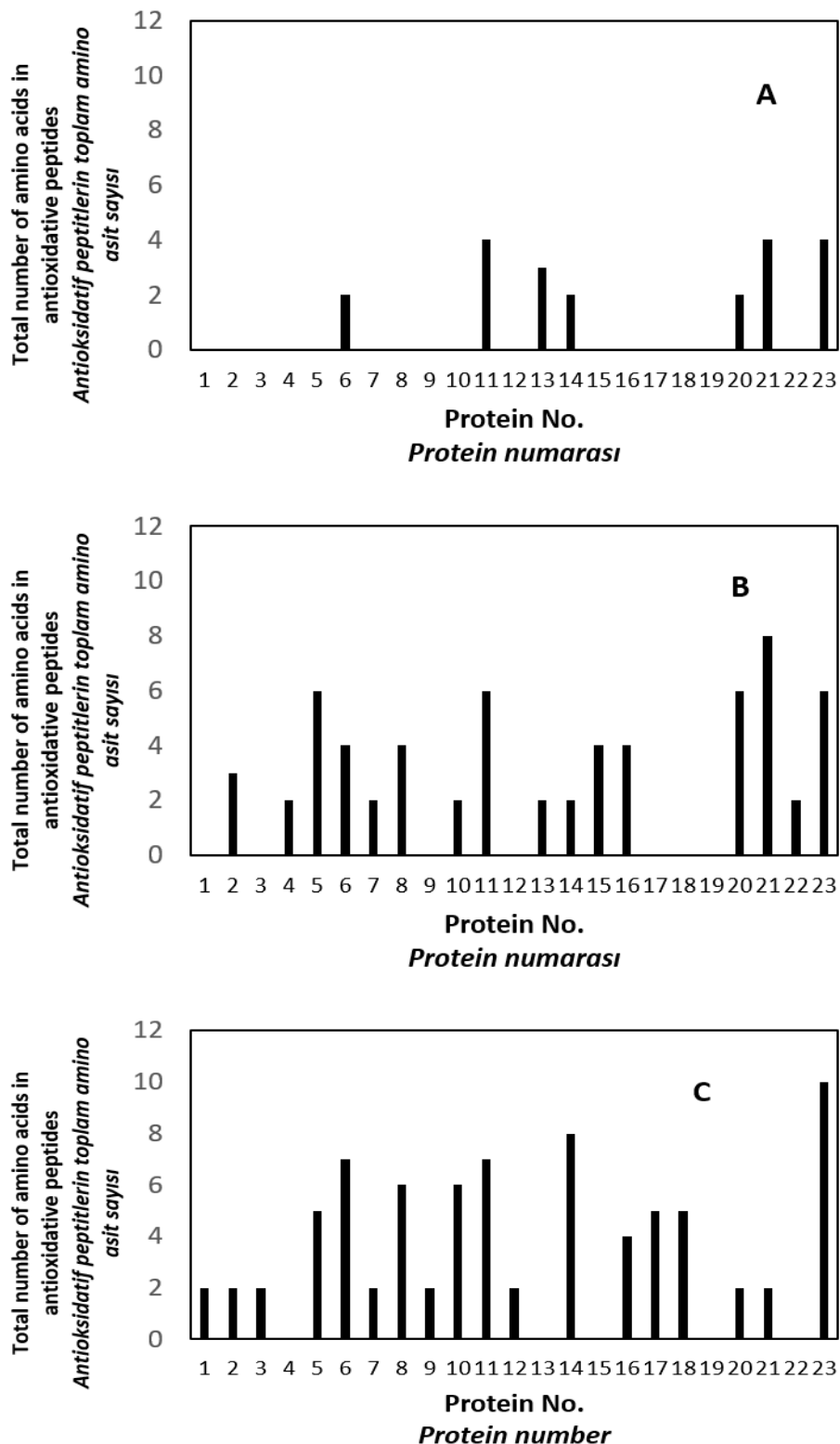


Figure 3. Distribution of the total number of amino acids in antioxidative peptides resulting from *in silico* proteolysis of 23 different ribosomal hazelnut proteins based on (A) trypsin, (B) papain, and (C) thermolysin treatments

Şekil 3. (A) Tripsin, (B) papain ve (C) termolizin muamelelerine bağlı olarak 23 farklı ribozomal fındık proteininin *in silico* proteolizinden kaynaklanan antioksidatif peptitlerde toplam amino asit sayısının proteinlere dağılımı

Conclusion

In this study, the potential bioactivity of peptides generated by hydrolysis of ribosomal hazelnut proteins was investigated. Generally, non-GI proteases (especially thermolysin and papain) were found to be more effective than GI proteases in the generation of antioxidative sequences.

Based on our group's previous (Gülseren, 2018; Gülseren et al., 2019) and present findings, hazelnut protein hydrolysates have shown potential to demonstrate ACE- and DPP-IV-inhibitory activity and antioxidative effects. In this context, hazelnut proteins and deoiled hazelnut meals may be considered as sources suitable for producing bioactive peptides. In our laboratories, work on *in vitro* proteolysis of hazelnut proteins is currently being carried out on the bioactivity and allergenic properties of all hazelnut proteins.

Acknowledgement

This study was supported by a grant from TÜBİTAK 3501 Program (Project No. 115O569; 2015-2017; TÜBİTAK).

References

Agyei, D., Danquah, M. K. (2011). Industrial-scale manufacturing of pharmaceutical-grade bioactive peptides. *Biotechnology Advances*, 29(3), 272-277.

Alasalvar, C., Amaral, J. S., Shadidi, F. (2006). Functional lipid characteristics of Turkish tumbul hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 10177-83.

Alasalvar, C., Amaral, J. S., Shadidi, F. (2009). Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *Food Chemistry*, 113, 919-925.

Aydemir, L. Y., Gökbulut, A. A., Baran, Y., Yemenicioğlu, A. (2014). Bioactive, functional and edible film-forming properties of isolated hazelnut (*Corylus avellana* L.) meal proteins. *Food Hydrocolloids*, 36, 130-142.

Coşkun, Ö., Çakır, B., Vahapoğlu, B., Gülseren, İ. (2019). Influence of extraction conditions on structural and functional characteristics of black cumin protein concentrates and ACE-inhibition in their hydrolyzates. *Journal of Food Measurement and Characterization*, Available online.

Day, L. (2013). Proteins from land plants – potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science and Technology*, 32(1), 25-42.

Dogan, A., Siyakus, G., Severcan, F. (2007). FTIR spectroscopic characterization of irradiated hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Food Chemistry*, 100, 1106-14.

Flinterman, A. E., Akkerdaas, J. H., Knulst, A. C., Van Ree, R., Pasmans, S. G. (2008). Hazelnut allergy: from pollen-associated mild allergy to severe anaphylactic reactions. *Current Opinion in Allergy & Clinical Immunology*, 8(3), 261-265.

Gibbs, B. F., Zougman, A., Masse, R., Mulligan, C. (2004). Production and characterization of bioactive peptides from soy hydrolysate and soy-fermented food. *Food Research International*, 37(2), 123-131.

Gobbetti, M., Stepaniak, L., De Angelis, M., Corsetti, A., Di Cagno, R. (2002). Latent bioactive peptides in milk proteins: proteolytic activation and significance in dairy processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(3), 223-239.

Gülseren, İ. (2018). *In silico* methods to identify ACE and DPP-IV Inhibitory activities of ribosomal hazelnut proteins. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4), 2607-2614.

Gülseren, İ., Çakır, B., Çağlar, A. F. (2019). Preliminary investigations on *in vitro* ACE-inhibitory activities of tryptic peptides produced from cold press deoiled hazelnut meals. *GIDA/The Journal of FOOD*, 44(2), 309-317.

Iwaniak, A., Dziuba, J., Niklewicz, M. (2005). The BIOPEP database-a tool for the *in silico* method of classification of food proteins as the source of peptides with antihypertensive activity. *Acta Alimentaria*, 34(4), 417-425.

Iwaniak, A., Dziuba, J. (2011). BIOPEP-PBIL tool for the analysis of the structure of biologically active motifs derived from food proteins. *Food Technology and Biotechnology*, 49(1), 118-127.

Karami, Z., Akbari-adergani, B. (2019). Bioactive food derived peptides: a review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 535-547.

Korhonen, H., Pihlanto, A. (2003). Food-derived bioactive peptides - opportunities for designing future foods. *Current Pharmaceutical Design*, 9(16), 1297-1308.

Korhonen, H., Pihlanto, A. (2006). Bioactive peptides: production and functionality. *International Dairy Journal*, 16(9), 945-960.

Korhonen, H. (2009). Milk-derived bioactive peptides: from science to applications. *Journal of Functional Foods*, 1(2), 177-187.

Köksal, A. İ., Artik, N., Şimşek, A., Güneş, N. (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 99(3), 509-515.

Lorenzo, J. M., Munekata, P. E., Gomez, B., Barba, F. J., Mora, L., Perez-Santaescolastica, C., Toldra, F. (2018). Bioactive peptides as natural antioxidants in food products – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 79, 136-147.

Minkiewicz, P., Dziuba, J., Iwaniak, A., Dziuba, M., Darewicz, M. (2008). BIOPEP database and other programs for processing bioactive peptide sequences. *Journal of AOAC International*, 91, 965-980.

- Minkiewicz, P., Dziuba, J., Michalska, J. (2011). Bovine meat proteins as potential precursors of biologically active peptides - a computational study based on the BIOPEP Database. *Food Science and Technology International*, 17(1), 39-45.
- Miraliakbari, H., Shahidi, F. (2008). Antioxidant activity of minor components of tree nut oils. *Food Chemistry*, 111(2), 421-427.
- Nadathur, S., Wanadundara, J. P. D., Scanlin, L. (2016). Sustainable protein sources. 1st ed. Cambridge, MA, USA: Academic Press.
- Ortolani, C., Ballmer-Weber, B. K., Hansen, K. S., Ispano, M., Wüthrich, B., Bindslev-Jensen, C., ..., Pastorella, E. A. (2000). Hazelnut allergy: a double-blind, placebo-controlled food challenge multicenter study. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 105(3), 577-581.
- Ozdemir, F., Akinci, İ. (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut species. *Journal of Food Engineering*, 63, 341-347.
- Parcerisa, J., Richardson, D. G., Magdalena, R., Codony, R., Boatella, J. (1997). Fatty acid distribution in polar and nonpolar lipid classes of hazelnut oil (*Corylus avellana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 3887-90.
- Richardson, D. G. (1997). The health benefits of eating hazelnuts: implications for blood lipid profiles, coronary heart disease, and cancer risks. *Acta Horticulturae*, 415, 295-297.
- Shahidi, F., Zhong, Y. (2008). Bioactive peptides. *Journal of AOAC International*, 91(4), 914-931.
- TÜİK, 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Son erişim tarihi: 20 Mayıs 2019. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001
- Udenigwe, C. C., Gong, M., Wu, S. (2013). *In silico* analysis of the large and small subunits of cereal RuBisCO as precursors of cryptic bioactive peptides. *Process Biochemistry*, 48(11), 1794-99.
- Vermeirssen, V., Van Camp, J., Verstraete, W. (2004). Bioavailability of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides. *British Journal of Nutrition*, 92, 357-366.
- Vieths, S., Reindl, J., Müller, U., Hoffmann, A., Hausteil, D. (1999). Digestibility of peanut and hazelnut allergens investigated by a simple *in vitro* procedure. *European Food Research & Technology*, 209(6), 379-388.



Yenilikçi teknolojilerden prensip ve yasal yönleriyle vurgulu elektrik alan teknolojisi

Principles and legal issues of pulsed electric field technology as a novel technique

Elif Ayşe ANLI^{*1}

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara, Türkiye

To cite this article:

Anlı, E.A. (2019). Yenilikçi teknolojilerden prensip ve yasal yönleriyle vurgulu elektrik alan teknolojisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 354-363.

DOI: 10.29050/harranziraat.469870

Address for Correspondence:

Elif Ayşe ANLI

e-mail:

kocaoglu@agri.ankara.edu.tr,
elifaysekocaoglu@gmail.com

Received Date:

12.10.2018

Accepted Date:

09.05.2019

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



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

ÖZ

Vurgulu elektrik alan (VEA) teknolojisi, gıdaların mikrobiyolojik kalitesinin iyileştirilmesini amaçlayan, beslenme yönünden özelliklerini koruyan aynı zamanda gıdaların fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesine katkı sağladığı bilinen bir tekniktir. Klasik ısı işlem uygulamalarına kıyasla düşük sıcaklıklarda kısa süreli olarak gıdaya gönderilen elektrik alan sinyalleri ile bakteri sporları haricinde neredeyse tüm patojenler ve gıdalarda bozulma etmeni olan bakteriler inaktif hale getirilmektedir. VEA teknolojisi ile mikroorganizma inaktivasyon mekanizma üzerine, elektrik alan etkisiyle hücrelerde membran geçirgenliğinin artması, elektroporasyon sonucunda membranın gözenekli hale gelmesi ve yine aynı etkiyle oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonlarının meydana gelmesi gibi mevcut görüşler bulunmaktadır. Yenilikçi teknolojilerden birisi olarak yöntemin güvenilirliği, yöntemin mikroorganizmalar üzerindeki başarısı ile birlikte toksikolojik ve alerjik etkileri yönünden desteklenerek, yasal otoriteler tarafından onaylandıktan sonra daha net olarak ortaya konulacaktır. Yöntemin ticari olarak uygulanabilirliğinin ülkelere göre değişiklik göstermeyen, global bir yasal düzenleme yapıldıktan sonra mümkün olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Vurgulu elektrik alan, Mikrobiyel inaktivasyon mekanizması, Uygulama alanları, Yasal düzenlemeler

ABSTRACT

The goal of Pulsed Electric Field (PEF) technology is to enhance microbiological properties of foods by protecting nutritional quality and also known as a technique contributing some functional properties of foods. Electric field signals applied at low temperatures for a short period of time results in inactivation of all pathogens and food deteriorating bacteria except bacterial spores. Improvement in cell permeability, electroporation in cell membrane and oxidation and reduction reactions occurring as a result of electric field are some theories about the microbial inactivation mechanism. As a novel technique the reliability of pulsed electric field, succeed in microbial inactivation, will be proved well when toxicological and allergenic effects are examined and confirmed positively and after legal authorities' approval. The technique's industrial application will be possible when global legal aspects are performed without variations according to countries.

Key Words: Pulsed electric field, Microbial inactivation mechanism, Application areas, Legal issues

Giriş

Gıdaların mikrobiyel açıdan güvenli hale getirilmesi, ticari olarak pastörizasyon ve sterilizasyon işlemleri yardımıyla

gerçekleştirilmektedir. Ancak, bu uygulamaların protein denatürasyonu, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu, vitaminler ve uçucu bileşenlerin kaybı gibi istenmeyen bazı değişimlere yol açabildiği bilinmektedir (Corbo ve

ark., 2009; Cullen ve ark., 2012, Buniowska ve ark., 2017; Gabrić ve ark., 2018). Bu nedenle, gıdaların besleyici, fonksiyonel ve duysal özelliklerinde fazla bir değişim yaratmaksızın mikrobiyel kalitesi ve güvenilirliğini artıran yeni tekniklere karşı dünya genelinde artan bir ilgi duyulmaktadır (Wan ve ark., 2009). "Isıl olmayan" ya da "ısı işleme alternatif" yöntemler olarak adlandırılan bu tekniklerin ısı uygulamalara göre üstünlükleri, bozulma etmeni olan mikroorganizmaların ve enzimlerin inaktivasyonunun genellikle düşük sıcaklıkta gerçekleştirilmesi ile gıdaların biyolojik ve duysal özelliklerinin optimum düzeyde korunmasının sağlanmasıdır (Vega-Mercado ve ark., 1997; Wan ve ark., 2009).

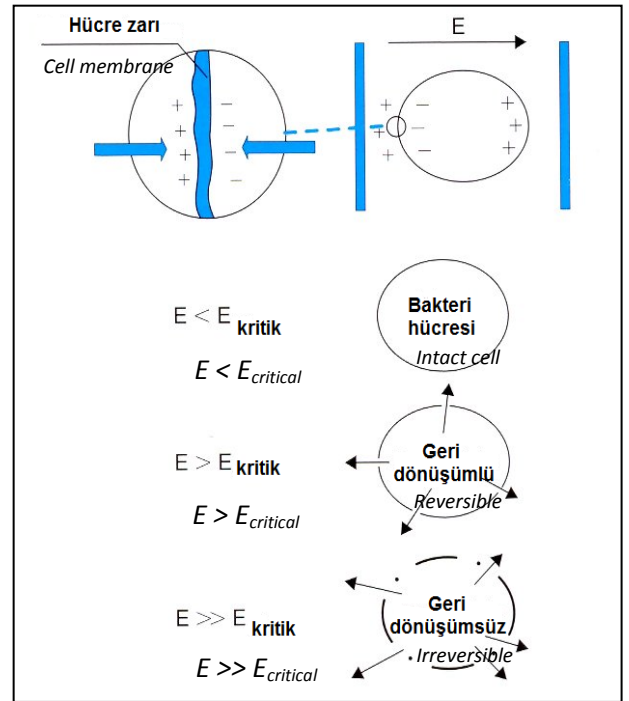
Yüksek hidrostatik basınç, yüksek güçlü ultrasonik ses dalgası, vurgulu ultraviyole ışık, vurgulu elektrik alan ve düşük sıcaklıkta plazma uygulamaları ısı işleme alternatif olarak geliştirilen yeni teknikler arasındadır (Wan ve ark., 2009; Anonim, 2011b; Impe ve ark., 2018). Bu tekniklerden vurgulu elektrik alan (VEA) teknolojisini, sıvı ya da pompalanabilir özellikteki gıdalara uygulanabilen gelecek vaat eden bir teknolojidir. VEA uygulamasında yüksek yoğunluklu elektrik alan sinyalleri kullanılarak, oda sıcaklığının altında ya da oda sıcaklığına yakın bir sıcaklıkta çok kısa sürede mikrobiyel ve enzimatik inaktivasyon gerçekleştirilmektedir (Wan ve ark., 2009; Anonim, 2011b).

Gıdalarda elektrik akımı uygulamasına 1920'li yıllarda başlanmış, 1960'lı yıllarda simüle gıda sistemlerinde değişik mikroorganizmaların yok edilmesi amacıyla yararlanılmıştır. 1980 ve 90'lı yıllarda, VEA teknolojisinin, meyve suyu, çorba, çırpılmış yumurta ve yağsız süt gibi çeşitli sıvı gıdaların ve içeceklerin üretiminde başarılı bir şekilde kullanılabileceği görülmüştür (Vega-Mercado ve ark., 1997). Bu derlemede, VEA teknolojisinin prensibi, sistem donanımları, VEA tekniği ile mikrobiyel inaktivasyon mekanizması ve inaktivasyonu etkileyen faktörler ile VEA uygulamasının yasal yönleri konularında bilgi verilmeye çalışılacaktır.

VEA Teknolojisi

Prensibi ve sistem parçaları

VEA tekniği, elektrik alan uygulamasıyla, gıdanın yapısında bulunan ve belirli düzeyde elektrik iletimini sağlayan çok sayıdaki iyon tarafından, elektrik akımının, gıdanın her noktasına iletilmesi esasına dayanmaktadır (Anonim, 2011a). Böylece, elektriksel alanın yoğunluğuna bağlı olarak kritik eşik değerinin üzerinde, bakteri hücre zarında lokal olarak, geri dönüşümlü ya da geri dönüşümsüz yapısal değişimler meydana gelmektedir. Elektriksel alan etkisiyle hücre zarının geçirgenliğinde meydana gelen değişim Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Elektriksel alan etkisiyle hücre zarının geçirgenliğindeki değişim (Toepfl ve ark., 2005). (E: elektrik alan şiddeti)

Figure 1. Change in cell permeability by electric field (Toepfl ve ark., 2005). (E: electric field strength)

Bir VEA ünitesi, işlem haznesi, yüksek voltaj sinyal (sinyal) jeneratörü, sıvı taşıma sistemi ile kontrol ve görüntüleme araçlarından oluşmaktadır (Toepfl ve ark., 2005). İşlem haznesinde, iki elektrot arasında yerleştirilen gıdaya, genellikle oda sıcaklığında, 1-100 μ s süreyle, elektrik alan şiddeti 10-80 kV cm^{-1} arasında değişen sinyaller gönderilmektedir (Schilling ve ark., 2007; Corbo ve ark., 2009; Anonim, 2011a., Gabrić ve ark., 2018). VEA

uygulamasında deşarj süresinin mikrosaniye veya nanosaniye kadar kısa olması nedeniyle, gıdalar en az düzeyde ısının etkisine maruz kalmaktadır (Corbo ve ark., 2009). İşlemin düşük sıcaklıkta gerçekleştirilmesi sistemin enerji tüketimini de azaltmaktadır (Vega-Mercado ve ark., 1997; Wan ve ark., 2009).

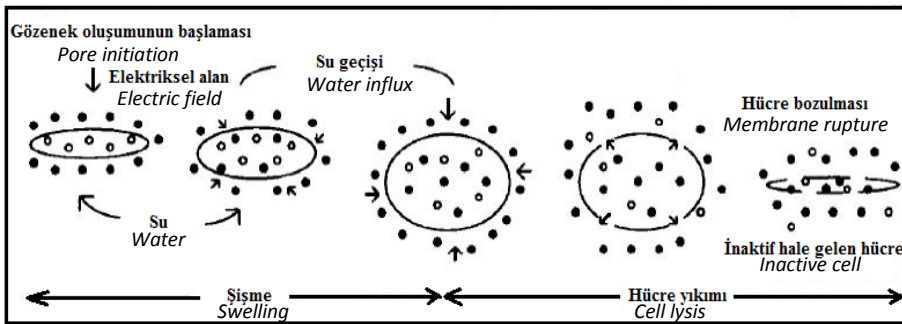
VEA Tekniği ile Mikroorganizmaların İnaktivasyonu

İnaktivasyon mekanizması

Mikroorganizmalar hücre yapılarında ya da fizyolojik özelliklerinde değişime neden olan işlemlere maruz kaldıklarında inaktif hale gelmektedir. DNA zincirinin kırılması, hücre zarının parçalanması ya da hücre zarının mekanik olarak hasar görmesi mikroorganizmalarda meydana gelen yapısal bozulmalara örnek olarak verilebilir. Önemli enzimlerin inaktif hale gelmesi ya da membran seçiciliğinin değişmesi ise hücre fonksiyonlarında değişim yaratan durumlardır. Isıl işlem uygulamaları, her iki mekanizma üzerinde etkili olmakta ve dolayısı ile hücre ölümüne neden olmaktadır (Lado ve Yousef, 2002).

VEA tekniği ile mikroorganizmaların inaktivasyon mekanizması henüz tam olarak aydınlanmamış olmakla birlikte, yüksek voltajlı elektrik alan etkisine maruz kalan hücrelerde membran geçirgenliğinin arttığı ve membranın yapısal ve fonksiyonel özelliklerinde meydana gelen değişimin hücre ölümüne neden olduğu

ifade edilmektedir (Lado ve Yousef, 2002; Picart ve ark., 2002). Ayrıca VEA işleminin, hücre içerisinde oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonlarını teşvik ettiği de belirtilmektedir (Vega-Mercado ve ark., 1997). Ayrıca bu konuda öne sürülen diğer bir görüşe göre; hücre membranının dışında zıt yüklü bileşiklerin birikmesinin membran üzerinde bir basınç yarattığı ve basıncın etkisiyle membranın kalınlığının azaldığı, membranda gözenekler oluşmasına bağlı olarak da hücre dışında biriken maddelerin membranlar arasındaki geçiş potansiyelini geçici olarak artırdığı yönündedir (Lado ve Yousef, 2002; Aronsson ve ark., 2005). VEA işlemi etkisiyle membran geçirgenliğinde artış meydana geldiğini, hücrelerde floresan özellik gösteren propidium iyot (PI) boyasının hücre içine alımındaki artış ile belirlemişlerdir. Diğer bir görüş ise; VEA etkisiyle hücre membranının da meydana gelen elektroporasyondur. Bu görüşe göre; hedef hücrelere kritik trans-membran eşik değeri olan 1 V'dan daha yüksek elektrik alan şiddeti uygulanmasıyla, hücre zarında geri dönüşümsüz gözenekler oluşmakta ve yarı-geçirgen özellikteki hücre zarı zarar görmektedir (Wan ve ark., 2009). Protein kanallarında ve lipit bölgelerinde oluşan elektroporasyon, hücrenin ozmotik olarak şişmesi ve membranın zayıflayıp patlamasıyla sonuçlanmaktadır (Vega-Mercado ve ark., 1997; Lado ve Yousef, 2002). Elektroporasyona bağlı olarak hücrenin inaktivasyon mekanizması Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Elektroporasyona bağlı hücre inaktivasyonu (Vega-Mercado ve ark., 1997)

Figure 2. Cell inactivation by electroporation (Vega-Mercado ve ark., 1997)

Ayrıca meyve sularında oldukça düşük elektrik alan şiddeti kullanılarak VEA işlemi uygulandığında, maya hücrelerinde öldürücü

etkinin sağlandığı ve işlem sonrasında hücrelerde herhangi bir patlamanın meydana gelmediği belirlenmiştir. Bu durum öldürücü etkinin

elektroporasyon olarak tanımlanan, VEA işlemi esnasında materyale uygulanan sinyallerin hücre zarında küçük gözeneklerin oluşmasına neden olarak küçük hücre bileşenlerinin dışarıya nüfuz etmesiyle sağlandığını ortaya koyan bir sonuçtur (Grahl ve Markl, 1996).

İnaktivasyon üzerinde etkili faktörler

Mikroorganizmalara ilişkin faktörler

Mikroorganizmanın tipi, gelişme evresi, büyüklüğü ve şekli inaktivasyon üzerinde belirleyici faktörlerdir (Wouters ve ark., 2001; Góngora-Nieto ve ark., 2002; Li ve Farid, 2016). Oda sıcaklığında veya öldürücü sıcaklık derecelerinin altında uygulanan birkaç mikrosaniyelik elektrik alan şiddetinin (20-50 kV cm⁻¹) neredeyse tüm patojenler ve gıdalarda bozulma etmeni olan bakteriler üzerinde inaktivasyon etkisi yarattığı belirtilmiştir (Sharma ve ark., 2014; Impe ve ark., 2018). VEA etkisiyle olası membran hasarının tipi, boyutu ve hücre ölümü ile olan ilişkisinin hedef mikroorganizmanın türüne ve ortamın pH değerine bağlı olduğu açıklanmıştır (Garcia ve ark., 2005; Wan ve ark., 2009).

VEA işlemine karşı, genel olarak, maya hücrelerinin bakteri hücrelerinden, gram-negatif bakteri hücrelerinin de gram-pozitif bakteri hücrelerinden daha duyarlı olduğu (Toepfl ve ark., 2005; Wan ve ark., 2009), bakteri sporlarının inaktivasyonunda VEA işleminin yetersiz kaldığı çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Góngora-Nieto ve ark., 2002; Lado ve Yousef, 2002; Toepfl ve ark., 2005; Wan ve ark., 2009; Timmermans ve ark., 2014; Impe ve ark., 2018). Benzer şekilde Grahl ve Markl (1996) tarafından VEA işleminde gönderilen elektrik alan sinyallerinin endosporlar ve askosporlar dahil tüm mikrobiyel sporların inaktivasyonu için yeterli olmadığı belirtilmiştir. Genel olarak, fungal askosporların vejetatif formlarına göre biraz daha dayanıklı oldukları ve bakteri sporları için belirtilen dirençlilik durumunun fungal askosporlar için pek telaffuz edilmediği söylenebilmektedir (Impe ve ark., 2018). Ancak bazı kaynaklarda vejetatif hücrelerin de VEA

işlemine karşı direnç gösterebildiği bildirilmiştir. *Staphylococcus aureus*, *E. coli* ve *Salmonella Typhimurium* bakterilerinin devamlı olarak uygulanan VEA işlemini tolere edebildikleri (Zhao ve ark., 2013) ve bazı mikroorganizmaların klasik VEA işlemiyle tamamen inaktivasyonunun sağlanmadığı belirtilmektedir. Dolayısıyla VEA işlemine en dayanıklı bakteri olduğu bilinen *Listeria monocytogenes*'in inaktivasyonunun sağlanması VEA işleminin etkinliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir (Saldana ve ark., 2009).

Gram-negatif bakterilerin VEA uygulamasına gram-pozitif bakterilerden daha duyarlı olmalarının, peptidoglikan tabakasında bulunan taykoik asitten ileri geldiği (Lado ve Yousef, 2002), hücre çapının VEA işlemiyle inaktivasyonda etkili bir faktör olduğu bildirilmiştir. Daha büyük çaplı maya hücrelerinin daha küçük çaplı tipik bakteri hücrelerine göre daha düşük elektrik alan şiddetinde inaktif hale geldiği belirlenmiştir (Grahl ve Markl, 1996).

Mikrobiyel inaktivasyon hızı ve düzeyini etkileyen diğer bir faktör, mikroorganizmanın fizyolojik durumudur. Gelişimlerinin logaritmik evresinde olan mikroorganizmaların VEA uygulamasına dayanımlarının yüksek olmadığı belirtilmiştir (Góngora-Nieto ve ark., 2002; Picart ve ark., 2002).

İşlem parametreleri

VEA ile mikrobiyel inaktivasyonda elektrik alan şiddeti, sinyal genişliği, sinyal şekli, sinyal sayısı (Wouters ve ark., 2001) ve işlem sıcaklığının (MacGregor ve ark., 2000) en önemli işlem parametreleri olduğu belirtilmiştir (Impe ve ark., 2018).

Elektrik alan şiddeti

VEA işlemi sırasında 5–50 kV cm⁻¹ aralığında yüksek elektrik alan şiddeti uygulandığında mikrobiyel hücre membranlarında geri dönüşümsüz hücre ölümü sağlandığı (Timmermans ve ark., 2014) ancak elektrik alan şiddeti 15 kV cm⁻¹ ve üzerinde iken mikrobiyel membranların tamamen parçalanmasına yol

açmadığını belirtilmiştir (Gonzalez ve Barrett, 2010). Hücre membranları arasındaki potansiyelin artması kritik elektrik alan şiddetini (E_c) arttırmaktadır. Elektrik alan şiddetinin membranlar arasındaki kritik potansiyelden daha yüksek olması durumunda mikrobiyel inaktivasyon düzeyi de artmaktadır. Kritik elektrik alan şiddetinden daha düşük değerlerde ise mikrobiyel inaktivasyon gerçekleşmemektedir. E_c üzerinde ise sinyal genişliği ve hücre boyutu etkili olmakta, büyük hücrelerde membranlar arası potansiyelin daha fazla olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2011b). Sinyal genişliği arttıkça E_c 'nin azalması sonucu daha yüksek inaktivasyon sağlandığı ve E_c değerinin, 50 μs 'den yüksek sinyal genişliğinde, 4.9 kV cm^{-1} dolayında, 2 μs 'den daha düşük sinyal genişliğinde ise 40 kV cm^{-1} civarında olduğu bildirilmektedir (Wan ve ark., 2009).

İşlem süresi ve sinyal geometrisi

İşlem süresi, sinyal sayısının sinyal genişliği ile çarpımına eşittir. Bu değişkenlerden herhangi birindeki artış mikrobiyel inaktivasyonu da arttırmaktadır. Sinyal genişliği, kritik elektrik alan şiddetini etkilemek suretiyle, mikrobiyel redüksiyonu etkilemektedir. Fakat sinyal genişliğindeki artış, üründe istenmeyen sıcaklık artışına neden olabildiğinden, işlem koşullarının en yüksek inaktivasyon hızında en az sıcaklık artışı olacak şekilde optimize edilmesi gerektiği de vurgulanmaktadır. Sinyal şekli ile polarite, mikrobiyel inaktivasyon üzerinde etkili diğer faktörlerdir (Wan ve ark., 2009). Elektrik alan sinyalleri üssel olarak azalan, kare-dalga, bipolar ya da salınımlı sinyaller şeklinde uygulanabilmektedir. Salınımlı sinyaller mikrobiyel inaktivasyonda en az etkili olan sinyal formudur. Uygulama sırasında toplam sinyal süresi boyunca, sürekli ve sabit yoğunlukta gönderilen kare-dalga sinyallerin, enerji tüketimi ve öldürücü etki açısından daha iyi sonuç vermesi nedeniyle, üssel olarak azalan sinyal formundan daha üstün olduğu düşünülmektedir (Wan ve ark., 2009; Anonim, 2011b). Ayrıca mikrobiyel inaktivasyonda bipolar (çift kutuplu) sinyallerin genel olarak monopolar (tek kutuplu) sinyallerden daha etkili

olduğu da vurgulanmaktadır (Wan ve ark., 2009).

İşlem sıcaklığı

İşlem sıcaklığı ile mikroorganizma inaktivasyonu arasında sinerjistik bir ilişki bulunmaktadır. Sabit elektrik alan şiddetinde, sıcaklık arttıkça mikrobiyel inaktivasyon artmaktadır. Bunun nedenleri, yüksek sıcaklık derecelerinde hücre zarının akışkanlığı ve geçirgenliğinde gözlenen değişime bağlı olarak hücrenin mekanik etkilere karşı daha duyarlı hale gelmesi (Anonim, 2011b) ile hücre zarında bulunan fosfolipidlerin akıcılığındaki artışın, membranda daha fazla gözenek oluşumuna neden olmasıdır (Wan ve ark., 2009). Aynı zamanda, ürün giriş sıcaklığı arttıkça VEA uygulaması için daha az enerjinin gerektiği ve VEA'nın etkinliğinin arttığı da belirtilmektedir (Siemer ve ark., 2014a).

Ortam koşulları

Ürünün elektrik iletkenliği

“Ortamın elektrik iletkenliği” (σ , Siemens /uzunluk, S/m), elektrik akımını iletme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Elektrik iletkenliği yüksek olan gıdalar işlem haznesi içerisinde daha küçük elektrik alan pikleri oluşmasına neden olduğu için VEA işleminin etkinliği azalmaktadır (Anonim, 2011b; Siemer ve ark., 2014a). İşlem ortamının elektrik iletkenliği, VEA uygulaması sırasında, hedef mikroorganizma membranında oluşan potansiyeli etkilemektedir (Sepulveda ve ark., 2006; Noci ve ark., 2009). Aynı işlem koşullarında düşük iletkenliğe sahip sıvı gıdalarda yüksek düzeyde inaktivasyon sağlanmaktadır (Noci ve ark., 2009).

Ortamın iyonik gücü

İşlemin gerçekleştirildiği ortamda mevcut olan iyonlar VEA işleminin başarısını etkilemekte, mikroorganizmaların VEA işleminden zarar görmesini engelleyebilmektedir. İki değerli katyonların (Mg^{+2} , Ca^{+2}) tek değerli katyonlar (K^+ , Na^+) ile eşleşmesinde membranı koruyucu bir etkinin ortaya çıktığı, dolayısıyla VEA işleminin öldürücü etkisinin azaldığı belirtilmektedir (Sun,

2005). Yapılan bir çalışmada, uygulanan tamponda iki değerli katyonların (Ca^{+2} ve Mg^{+2}) bulunmasının *E.coli*'nin VEA uygulamasına direncini artırdığı gözlenmiştir (Wan ve ark., 2009).

pH değeri

pH'nin etkisi, hedef mikroorganizmaya göre değişiklik göstermektedir (Wan ve ark., 2009; Siemer ve ark., 2014a). Düşük pH değerlerinde *E.coli*, *S.cerevisiae*, *Lactobacillus plantarum* ve *L.innocua* VEA uygulamasına karşı daha fazla duyarlılık göstermektedir (Wan ve ark., 2009; Anonim, 2011b). Gram-negatif bakterilerin asidik ortamlarda VEA'ya karşı daha dirençli oldukları ve gram-pozitif bakterilerin ise nötral ortamlarda VEA'ya karşı daha fazla direnç gösterdikleri belirtilmiştir. Bununla birlikte, aynı mikroorganizmaların farklı suşlarının aynı pH'da VEA'ya karşı direncinin de farklı olduğu gözlenmiştir. Mikroorganizmaların inaktivasyonunda, VEA uygulamasının ve iyonik gücün elektroporasyon ile hücre büzülmesinden sorumlu olduğu, elektroporasyonun tamamlanmasından sonra ortam pH'sının sitoplazmayı etkilediği saptanmıştır (Siemer ve ark., 2014a).

Ürün bileşimi

Yağ ve protein gibi gıda bileşenlerinin, mikroorganizmaların inaktivasyonunda, koruyucu rol oynadıkları düşünülmektedir (Wan ve ark., 2009). Ortamdaki yağ içeriği arttıkça bakterilerin gönderilen elektrik alan sinyallerinden daha az etkilendikleri bildirilmiştir. Nitekim farklı yağ oranlarına sahip sütlerle yürütülen bir çalışmada, sütün yağ oranındaki artışla birlikte VEA etkisiyle *E.coli*'nin inaktivasyon düzeyinin azaldığı saptanmıştır (Grahl ve Markl, 1996). Ancak, 10^7 kob mL^{-1} düzeyinde *Listeria monocytogenes* Scott A suşu inoküle edilen ve $30 kV cm^{-1}$ 'lik elektrik alan şiddeti uygulanan tam yağlı, %2 yağlı ve yağsız sütlerle yürütülen bir çalışmada, inaktivasyon düzeyi bakımından sütler arasında önemli bir farklılık bulunmadığı belirlenmiştir (Wan ve ark., 2009).

VEA uygulamasının gıda bileşenleri üzerindeki etkisi incelendiğinde ise; ısıya karşı duyarlı oldukları bilinen proteinlerin ve vitaminlerin belirli bir elektrik alan şiddetine kadar VEA işlemine karşı dayanım gösterdiği bilinmektedir. Sütte bulunan lipaz enzimi ve vitamin C için yüksek elektrik alan şiddetlerinde belirli bir düzeyde kayıp meydana geldiği bildirilmiştir. Alkali fosfataz, peroksidaz, vitamin A ve serum proteinleri üzerinde ise VEA işlemi büyük boyutta bir değişim yaratmamıştır. Süt ve portakal sularında VEA işleminin duyuşal özellikler bakımından bozulmaya ilişkin herhangi bir olumsuzluk yaratmadığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar klasik pastörizasyon ile muamele edilmesi güç olan, ısıya duyarlı gıda bileşenleri bulunan ortamlarda mikrobiyel bakteri yükünün azaltılmasında VEA işleminin uygun olabileceğini göstermektedir (Grahl ve Markl, 1996).

Engeller teknolojisi

Geleneksel koruma yöntemleri ile yenilikçi teknolojilerin birlikte kullanımı "engeller teknolojisi" olarak bilinmektedir (Cullen ve ark., 2012). Genel olarak, pH, sıcaklık, diğer fiziksel metotlar (Wang ve ark., 2018) ile antimikrobiyel bileşenlerin kullanımı (Nyugen ve Mittal, 2007; Pina-Perez ve ark., 2007; Wang ve ark., 2018) ve iyonik kuvvet gibi faktörlerin birlikte kullanılmasının VEA ile mikroorganizma inaktivasyonunun etkinliğini arttırdığı bilinmektedir (Devlieghere ve ark., 2004; Nyugen ve Mittal, 2007; Pina-Perez ve ark., 2007; Anonim, 2011b; Wang ve ark., 2018). Bunun nedeni olarak ise strese maruz kalmış hücrelerin VEA işlemine karşı daha duyarlı hale gelmeleri gösterilmektedir. Örneğin, VEA uygulamasında *Lactococcus lactis* subsp *lactis* tarafından üretilen bir bakteriyosin olan nisin ve hayvansal kaynaklı bir enzim olan lizozimin karışım halinde kullanımının etkisinin, nisin ve lizozimin yalnız kullanımında gözlenen etkiden daha yüksek olduğu saptanmıştır (Sun, 2005).

VEA Teknolojisinin Uygulama Alanları

Çeşitli meyve suları, meyve nektarları, süt ve yoğurt gibi ürünlerin duyuşal ve besleyici

niteliklerinde değişim yaratmaksızın mikrobiyolojik açıdan güvenli hale getirilmesinde VEA işleminin ısı işleme alternatif bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir (Corbo ve ark., 2009). VEA uygulamasının birçok meyve suyunda mikrobiyel inaktivasyon etkisi incelenmiştir (Raso ve ark., 1998; Timmermans ve ark., 2014). VEA uygulamasının vişne, kayısı ve şeftali nektarlarında, *Penicillium expansum* üzerinde güçlü bir etki yarattığı belirlenmiştir (Elez Martinez ve ark., 2005; Evrendilek ve ark., 2008). Ayrıca VEA uygulaması ile işlenen gıdalarda Maillard reaksiyonunun kontrol altında tutulabildiği (Wang ve ark., 2013) gıdaların koagülasyon, köpük oluşturma ve emülsifikasyon özelliklerinde meydana gelen değişiklikler ile yeni ürün geliştirme potansiyeli sağlayan bir teknoloji olduğu bildirilmiştir (Cullen ve ark., 2012).

VEA tekniğinin süt ve süt ürünleri üzerine etkileri incelendiğinde, elektrik alan şiddeti ve sinyal sayısının işlemin başarısını belirlediği, sütün orijinal bileşimini, duyu ve besleyici özelliklerini koruyan bir teknik olması nedeniyle süt endüstrisi alanında çalışmalar konu olmuş bir uygulama olduğu belirtilmiştir (Anlı ve Gürsel Kiral, 2013). Sütün VEA tekniği ile işlenmesi sırasında, serum proteinlerinde meydana gelen denatürasyon düzeyinin düşük olması immünolojik açıdan yararlı görülmektedir. Ancak, VEA işleminin, uygulanan doza bağlı olarak, sütün viskozitesi ve proteinlerin koagülasyon özellikleri üzerinde değişim yarattığı konusunda spekülasyonlar mevcuttur (Onwulata, 2008). Diğer taraftan, VEA tekniğinin olumsuz yönleri arasında bazı enzimlerin bu uygulamaya direnç göstermesi (Sun, 2005), bazı durumlarda enzimin başlangıçtaki aktivitesinde artış meydana gelmesi (Bendicho ve ark., 2002) ve enzim inaktivasyon düzeyinin artırılmasında mikrobiyel inaktivasyon için gereken enerjiden daha yüksek enerjiye ihtiyaç duyulması sayılabilir (Calderon-Miranda ve ark., 1999; Bendicho ve ark., 2002; Onwulata, 2008).

Bununla birlikte, balık, et ya da diğer katı gıda maddelerinde mikrostrüktürel olarak istenmeyen etkiler göstermesi ve bakteri gelişimini etkin şekilde engelleyememesi nedeniyle, düşük

şiddette elektrik alan sinyalleri kullanımının uygun olmadığı ifade edilmektedir. VEA uygulamalarının daha çok bitkisel materyallerden değerli bileşenlerin ekstraksiyonunda ya da bitkisel ve hayvansal organik materyallerin dehidrasyonunda tercih edilmesi gerektiği bildirilmektedir (Sun, 2005). Polistren ambalajlarda, biyofilm oluşturan *E.coli*'nin inaktivasyonu için VEA'nın kullanımının ilginç bir yaklaşım olduğu belirtilmiştir. İletken olmayan yüzey olarak polistren boncuk kullanılarak bu yüzey üzerine bağlanan *E.coli* hücrelerinin; serbest yaşayan *E.coli* hücrelerine kıyasla VEA uygulamasına karşı daha duyarlı hale geldikleri ve bu şekilde bir bağlanmanın inaktivasyon hızını artırdığı belirlenmiştir (Dutreux ve ark., 2000). VEA teknolojisinin uygulama alanındaki üstünlükleri ve yetersizliklerine ilişkin hususlar Çizelge 1'de genel hatlarıyla özetlenmiştir.

Çizelge 1. VEA işleminin üstün yönleri ve yetersizlikleri (Devlieghere ve ark., 2004)

Table 1. Advantages and disadvantages of PEF technology (Devlieghere ve ark., 2004)

Üstün yönleri <i>Superior aspects</i>	Yetersiz yönleri <i>Inadequate aspects</i>
<ul style="list-style-type: none"> • İşlemin sürekli olması <i>Continuous operation</i> • Besin değerinin yüksek oranda korunması <i>Highly protected nutritional value in processed foods</i> • Ürünün tazeye yakın, yüksek duyu kaliteye sahip olması <i>Fresh-like, high sensorial quality in processed foods</i> • Asit karakterdeki gıdalara uygulanabilmesi <i>Suitable for high-acid foods</i> • Sporların inaktivasyonu için diğer koruma teknikleri ile kombine edilebilmesi <i>Possibility of use together with other preservation techniques in spore inactivation</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ekipman geliştirme çalışmalarının devam etmesi <i>Continuing developments in equipment</i> • Yalnızca sıvı ürünlere uygulanabilmesi <i>Suitable for use in only liquid foods</i> • Sporların direnç göstermesi <i>Spore resistance against the technique</i> • Enzimlerin direnç göstermesi <i>Enzymes resistance against the technique</i> • Etkinliğin gıdanın elektrik iletkenliğine bağlı olması <i>Degree of inactivation effect depends on electrical conductivity of food</i>

VEA Teknolojisinin Yasal Yönleri

Globalleşen gıda endüstrisi, ülkeler arasında uyumun sağlanması için kullanılan yeni gıda bileşenleri ve uygulanan yeni teknikleri de kapsayan uluslararası bazı standartlar oluşturulmasını gerekli kılmaktadır (Galic ve ark., 2010). Günümüz tüketicisinin gıda tercihlerinde söz konusu gıdanın duyuşal özellikleri, sağlık üzerine etkileri, kolaylık, kalite, güvenilirlik, sürdürülebilirlik ve etik özellikleri belirleyici olmaktadır (Guimaraes ve ark., 2018). Yenilikçi teknolojiler, yüksek kalitede ürün üretilmesini amaçlayan ısıtma verimliliği ve enerji tasarrufu yüksek, çevre dostu olduğu düşünülen teknolojiler olarak bilinmektedir (Pereira ve Vicente, 2010). Yenilikçi teknolojiler olarak bilinen ısıtma işleme alternatif yöntemler güvenli, besleyici ve daha iyi kalitede ürünler elde edilmesi için tasarlanmış olmasıyla birlikte bu yöntemlerin ısıtma işlemler için de geçerli olan ve yasal otoriteler tarafından kabul gören birtakım gereklilikleri karşılamaları gerekmektedir (Wouters ve ark., 1999; Knorr ve ark., 2002). Bazıları endüstriyel kullanımda, pilot düzeyde veya kullanıma geçmek üzere olan yüksek basınç, vurgulu elektrik alan, süperkritik CO₂, ultrasonik ses dalgalarının kullanımı, ozon ve plazma uygulamalarından günümüzde en başarılı ve birçok ticari uygulaması olanlar yüksek hidrostatik basınç ve vurgulu elektrik alan uygulamalarıdır (Castro ve ark., 2018). Ancak VEA tekniğinin ticari olarak uygulanabilirliğinin önünde yasal düzenlemelerin olmayışı engel olarak görülmektedir (Sepulveda ve ark., 2009). Isıtma olmayan işlemlere tabi tutulan gıdalar, Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından belirlenen ve toplum sağlığının korunmasını güvence altına alan hükümlere uygunluk göstermeleri durumunda ticari olarak piyasada yer alabilmektedir (Góngora-Nieto ve ark., 2002; Corbo ve ark., 2009). Ayrıca Avrupa yenilikçi gıda mevzuatının toksin inaktivasyonu, alerjen maddelerin inaktivasyonu veya işlem sonrası oluşumu gibi konularda bazı gerekliliklerin sağlanması ısıtma işleme alternatif yöntemlerin ticari olarak uygulanabilmesini kolaylaştıracağı

düşünülmektedir (Knorr ve ark., 2002).

VEA uygulaması yönünden ekipman ve işlem dizaynı, ürün spesifikasyonları, işlemin doğrulanması, işlem sonucunda olabilecek besin kayıpları, toksik bileşiklerin oluşmasına yol açabilecek kimyasal değişimler, toksin üretimi ve proses kontrolü gibi konular önemli görülen hususlardır. Bu teknolojinin konuyla ilgili araştırmalara destek verecek uygun alt yapısı bulunduğu bilinmektedir (Góngora-Nieto ve ark., 2002; Corbo ve ark., 2009). Ancak bu teknik kullanılarak üretilen ürünlerin fonksiyonelliğinin in-vivo ve in-vitro ortamlarda incelenmesiyle, ayrıca toksikolojik olarak da test edilmesiyle ticarileşebilmesinin önündeki engelin ortadan kalkabileceği söylenebilir (Guimaraes ve ark., 2018).

Isıtma işleme alternatif olarak geliştirilen bu yenilikçi teknolojiler için uygulandığı ülkeye bağlı kalmaksızın güvenli bir şekilde kullanımını düzenleyici global bir yasal düzenleme sistemine ihtiyaç bulunmaktadır. FDA tarafından belirlenen spesifik konulara çözüm getirilmesi ve gıda güvenliği ile ilgili konuların her ülkenin kendi yasal organlarının gıda güvenliği ile ilgili konuları değerlendirmesi durumunda, VEA tekniğinin pastörizasyona alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceği belirtilmektedir. Ayrıca global olarak oluşturulan bu sistemin çalışmalarını düzenleyen ve izleyen ve ülkeler arası farklılıkları engelleyici yönetim organlarına ihtiyaç bulunmaktadır (Castro ve ark., 2018).

Sonuç

VEA teknolojisi, sıvı gıdaların minimum düzeyde değişiklikle işlenmesine olanak tanıyan tat/aroma ve birçok fizikokimyasal özelliğın büyük ölçüde korunduğu mikrobiyel güvenliğin sağlanmasında kullanılabilecek olan yeni tekniklerden birisidir. Pastörizasyonla etkisi kıyaslandığında bu teknoloji ile tazeye yakın özellikte, yüksek kalitede ve aynı zamanda raf ömrü uzun gıdaların üretiminin sağlanabileceği belirlenmiştir. VEA teknolojiyle mikrobiyel güvenliğin yanı sıra gıdalarda bazı fonksiyonel

özelliklerin geliştirilebileceği belirlenmiştir. Ancak teknolojinin gıda güvenliği kavramı ile uyumlu olarak kullanımı önem taşımaktadır. Aynı zamanda VEA teknolojisi, günümüzün ve geleceğimizin çevre ve insan sağlığı ile ilişkili en önemli konularından olan temiz çevrenin korunması ve yenilenemeyen kaynakların tasarruflu kullanımı konularında hassas olduğu bilinen teknolojilerden bir tanesidir. VEA teknolojisinin yatırım maliyetlerinin azaltılmasıyla, proses takibinin optimizasyonu ve yasal prosedürlerin yerine getirilmesiyle endüstriyel olarak yaygın olarak kullanımının sağlanabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anlı, E. A., & Gürsel Kiral, A. (2013). Vurgulu elektrik alan uygulamasının süt teknolojisinde kullanımı. Pulsed electric field application in dairy industry, *Akademik Gıda Dergisi*, 11(1), 64-68.
- Anonim,(2011a).http://www.fshn.illinois.edu/food_processing_forum/.../c3_Barbosa_Abstract.pdf, Erişim tarihi 14.05.2011.
- Anonim,(2011b).<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.17454565.2000.tb00619.x/pdf>.Erişim tarihi 12.05.2011.
- Aronsson, K., Ulf Rönner,U., & Borch, E. (2005). Inactivation of *Escherichia coli*, *Listeria innocua* and *Saccharomyces cerevisiae* in relation to membrane permeabilization and subsequent leakage of intracellular compounds due to pulsed electric field processing. *International Journal of Food Microbiology*, 99, 19 – 32.
- Bendicho, S., Barbosa-Cánovas, G.V., & Martín-Bellosa, O. (2002). Milk processing by high intensity pulsed electric fields. *Trends in Food Science and Technology*, 13, 195–204.
- Buniowska, M., Carbonell-Capella, J.M., Frigola, A., & Esteve, M.J. (2017). Bioaccessibility of bioactive compounds after non-thermal processing of an exotic fruit juice blend sweetened with *Stevia rebaudiana*. *Food Chemistry*, 221, 1834–1842.
- Calderon-Miranda, ML, Barbosa-Canovas, GV, & Swanson, BG. (1999). Inactivation of *Listeria innocua* in skim milk by pulsed electric fields and nisin. *International Journal of Food Microbiology*, 51, 19–30.
- Castro, S.M., Inácio, R.S., Alexandre, E.M.C., Fidalgo, L.G., Pereira,S., Quaresma, P., Freitas, P., Teixeira, P., Pintado, M., Gomes, A.M., & Tonello, C. (2018). Environmental Footprint of Emerging Technologies, Regulatory and Legislative Issues. In B. Francisco, A. de Souza Sant’Ana, V. Orlien & M. Koubaa (Eds.), *Innovative Technologies for Food Preservation Inactivation of Spoilage and Pathogenic Microorganisms* (pp 255-276). USA: Academic Press.
- Corbo, M.,R., Bevilacqua, A., Campaniello, D., D’Amato, D., Speranza, B., & Sinigaglia, M. (2009). Prolonging microbial shelf life of foods through the use of natural compounds and non-thermal approaches- a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 223-241.
- Cullen, P.J., Tiwari, B.K., & Valdramidis, V.,P. (2012). Status and Trends of Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Fluid Foods. In B.K. Tiwari (Ed.), *Novel Thermal and Non-Thermal Technologies for Fluid Foods* (pp 1-6). UK: Food Science and Technology International Series, Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Devlieghere, F., Vermeiren, L., & Debevere, J. (2004). New preservation technologies: Possibilities and limitations. *International Dairy Journal*, 14, 273-285.
- Dutreux, N., Notermans, S., Wijtzes, T., Góngora-Nieto, M.M., Barbosa- Cánovas, GV, & Swanson, B.G. (2000). Pulsed electric fields inactivation of attached and free-living *Escherichia coli* and *Listeria innocua* under several conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 54, 91–98.
- Elez-Martínez, P., Escolá -Hernández, J., Soliva-Fortuny, R.C., & Martín-Bellosa, O. (2005). Inactivation of *Lactobacillus brevis* in orange juice by high-intensity pulsed electric fields. *Food Microbiology*, 22, 311–319.
- Evrendilek, G.A., Tok, F.M., & Soylu, S. (2008). Inactivation of *Penicillium expansum* in sour cherry juice, peach and apricot nectars by pulsed electric fields. *Food Microbiology*, 25, 662– 667.
- Gabrić, D., Barba, F., Roohinejad, S., Gharibzahedi, S.M.T., Radojčin, M., Putnik, P., & Kovačević, D.B. (2018). Pulsed electric fields as an alternative to thermal processing for preservation of nutritive and physicochemical properties of beverages: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 41, e12638.
- Galic, K. Scetar, M., & Kurek, M. (2011). The benefits of processing and packaging. *Trends in Food Science and Technology*, 22 (2-3), 127-137.
- Góngora-Nieto, M.M., Sepulveda, D.R., Pedrow, P., Barbosa-Cánovas, G.V., & Swanson, B.G. (2002). Food Processing by Pulsed Electric Fields: Treatment Delivery, Inactivation Level, and Regulatory Aspects. *LWT- Food Science and Technology*, 35(5), 375-388.
- González-Arenzana, L., Portu, J., López, R., López, N., Santamaría, P., Garde-Cerdán, T., & López-Alfaro, I. (2015). Inactivation of wine-associated microbiota by continuous pulsed electric field treatments. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 29, 187–192.
- Gonzalez, M.E., & Barrett, D.M. (2010). Thermal, high pressure, and electric field processing effects on plant cell membrane integrity and relevance to fruit and vegetable quality. *Journal of Food Science*, 75 (7), 121-130.
- Grahl, T., & Markl, H. (1996). Killing of microorganisms by pulsed electric fields. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 45, 148-157.
- Guimaraes, J.T., Silva, E.K., Freitas, M.Q., & Cruz, M.A.A.G. (2018). Non-thermal emerging technologies and their effects on the functional properties of dairy products. *Current Opinion in Food Science*, 22, 62-66.

- Impe, J.V., Smet, C., Tiwari, B., Greiner, R., Ojha, S., Stulić, V., Vukušić, T., & Jambrak, A.R. (2018). State of the art of non-thermal and thermal processing for inactivation of microorganisms. *Journal of Applied Microbiology*, 125, 16-35.
- Knorr, D., Ade-Omowaye, B.I.O., & Heinz, V. 2002. Nutritional improvement of plant foods by non-thermal processing. *Proceedings of the Nutrition Society*, 61, 311-318.
- Lado, B.H., & Yousef, A.E. (2002). Alternative food-preservation Technologies: efficacy and mechanisms. *Microbes and Infections*, 4, 433-430.
- Li, X., & Farid, M. (2016). A review on recent development in non-conventional food sterilization Technologies. *Journal of Food Engineering*, 182, 33-45.
- MacGregor, S.J., Farish, O., Fouracre, R., Rowan, N.J., & Anderson, J.G. (2000). Inactivation of pathogenic and spoilage microorganisms in a test liquid using pulsed electric fields. *IEEE Transactions on Plasma Science*, 28 (1), 144-149.
- Nguyen, P., & Mittal, G.S. (2007). Inactivation of naturally occurring microorganisms in tomato juice using pulsed electric field (PEF) with and without antimicrobials. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 46, 360–365.
- Onwulata C.I. (2008). Milk whey processes: Current and future trends. In C.I. Onwulata (Ed.), *Whey processing functionality and health benefits* (pp 369-416). USA: Wiley-Blackwell Publishing.
- Pan, Y., Sun, D., & Han, Z. (2017). Applications of electromagnetic fields for nonthermal inactivation of microorganisms in foods: An overview. *Trends in Food Science and Technology*, 64, 13-22.
- Pereira, R.N., & Vicente, A.A. (2010). Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing. *Food Research International* 43, 1936–1943.
- Picart, L., Dumay, E., & Cheftel, C. (2002). Inactivation of *Listeria innocua* in dairy fluids by pulsed electric fields: influence of electric parameters and food composition. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3, 357-369.
- Pina-Pérez, M.C., Rodrigo, D., Ferrer Bernat, C., Rodrigo Enguidanos, M., & Martínez-López, A. (2007). Inactivation of *Enterobacter sakazakii* by pulsed electric field in buffered peptone water and infant formula milk. *International Dairy Journal*, 17, 1441–1449.
- Qin, B., Barbosa- Cánovas, G.V., Swanson, B.G., Pedrow, P.D., & Olsen, R.G. (1998). Inactivating microorganisms using a pulsed electric field continuous treatment system. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 34 (1), 43-50.
- Raso, J., Calderon, M.L., Gongora, M., Barbosa-Canovas, G., & Swanson, B.G. (1998). Inactivation of mold Ascospores and Conidiospores suspended in fruit juices by pulsed electric fields. *LWT- Food Science and Technology*, 31(7-8), 668-672.
- Schilling, S., Alber, T., Toepfl, S., Neidhar, S., Knorr, D., Schieber, A., & Carle, R. (2007). Effects of pulsed electric field treatment of apple mash on juice yield and quality attributes of apple juices. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, 127–134.
- Sun, D. (2005). *Emerging Technologies for Food Processing*. USA: Food Science and Technology International Series Elsevier Academic Press.
- Sepulveda, D. R., Guerrero, J. A., & Barbosa-Canovas, G. V. (2006). Influence of electric current density on the bactericidal effectiveness of pulsed electric field treatments. *Journal of Food Engineering*, 76(4), 656-663.
- Sharma, P., Oey, I., Bremer, P., & Everett, D.W. (2014). Reduction of bacterial counts and inactivation of enzymes in bovine whole milk using pulsed electric fields. *International Dairy Journal*, 39 (1), 146-156.
- Siemer, C., Toepfl, S., & Heinz, V. (2014a). Inactivation of *Bacillus subtilis* spores by pulsed electric fields (PEF) in combination with thermal energy I. Influence of process- and product parameters. *Food Control* 39, 163-171.
- Siemer, C., Toepfl, S., & Heinz, V. (2014b). Inactivation of *Bacillus subtilis* spores by pulsed electric fields (PEF) in combination with thermal energy II. Modeling thermal inactivation of *B. subtilis* spores during PEF processing in combination with thermal energy. *Food Control*, 39, 244-250.
- Timmermans R.A.H., Nierop-Groot, M.N., Nederhoff, A.L., van Boekel, M.A.J.S., Matser, A.M., & Mastwijk, H.C. (2014). Pulsed electric field processing of different fruit juices: Impact of pH and temperature on inactivation of spoilage and pathogenic microorganisms. *International Journal of Food Microbiology*, 173, 105–111.
- Toepfl, S., Heinz, V., & Knorr, D. (2005). Overview of pulsed electric field processing for food. In D. Sun (Ed.), *Emerging Technologies for Food Processing*, Food Science and Technology International Series (pp 69-97). USA: Elsevier Academic Press.
- Vega-Mercado, H., Martín-Belloso, O., Qin, B., Chang, F.J., Góngora-Nieto, M.M., Barbosa-Cánovas, G.V., & Swanson, B.G. (1997). Non-thermal food preservation: Pulsed electric fields. *Trends in Food Science and Technology*, 8 (5), 151-157.
- Wan, J., Coventry, J., Swiergon, P., Sanguansri, P., & Versteeg, C. (2009). Advances in innovative processing technologies for microbial inactivation and enhancement of food safety - pulsed electric field and low temperature plasma. *Trends in Food Science and Technology*, 20, 414-424.
- Wang, Z., Wang, J., Guo, S., Ma, S., & Yu, S. (2013). Kinetic modeling of maillard reaction system subjected to pulsed electric field. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20, 121–125.
- Wouters, P.C., Dutreux, N., Smelt, J.P.P.M., & Lelieveld, L.M. (1999). Effects of pulsed electric fields on inactivation kinetics of *Listeria innocua*. *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (12), 5364-5371.
- Wouters, R.C., Alvarez, I., & Raso, J. (2001). Critical factors determining inactivation kinetics by pulsed electric field food processing. *Trends in Food Science and Technology*, 12, 112–121.



Southeastern Anatolia region insect fauna II (Order Hemiptera I: Suborder Heteroptera I: Gerroidea, Hebroidea, Corixoidea, Notonectoidea, Leptopodoidea, Cimicoidea, Naboidea, Mirioidea) of Turkey

Güneydoğu Anadolu Bölgesi böcek faunası II (Order Hemiptera I: Suborder Heteroptera I: Gerroidea, Hebroidea, Corixoidea, Notonectoidea, Leptopodoidea, Cimicoidea, Naboidea, Mirioidea)

Halil BOLU^{1*}

¹Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, TR 21280, Diyarbakır, TURKEY.

To cite this article:

Bolu, H. (2019). Southeastern Anatolia region insect fauna II (Order Hemiptera I: Suborder Heteroptera I: Gerroidea, Hebroidea, Corixoidea, Notonectoidea, Leptopodoidea, Cimicoidea, Naboidea, Mirioidea) of Turkey. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(3): 364-379 DOI:10.29050/harranziraat.492221

Address for Correspondence:

Halil BOLU
e-mail:
besni@dicle.edu.tr

Received Date:

04.12.2018

Accepted Date:

21.06.2019

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



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

ABSTRACT

Evaluations on insect species of various ecologies have been conducted in the provinces (Adıyaman, Batman, Gaziantep, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak) of Southeastern Anatolia region between the years 1948-2013. During this study a total of 187 species were found in 8 families and in 8 superfamilies of Hemiptera (Suborder Heteroptera). Those superfamilies are Gerroidea, Hebroidea, Corixoidea, Notonectoidea, Leptopodoidea, Cimicoidea, Naboidea, and Miroidea. The distribution of determined insect types according to the provinces, plant hosting and feeding type was also included. Information about their identification, host plants, and distribution in Southeastern Anatolia Region is presented as detailed.

Key Words: Insect fauna, Hemiptera, Heteroptera, Southeastern Anatolia Region, Turkey

ÖZ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi illerinde (Adıyaman, Batman, Gaziantep, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak) 1948-2013 yılları arasında değişik ekolojilerdeki böcek türlerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda Hemiptera (Alt takım: Heteroptera) takımına dahil 8 üst familyaya ait 8 familyadan toplam 187 böcek türü belirlenmiştir. Bu üst familyalar Gerroidea, Hebroidea, Corixoidea, Notonectoidea, Leptopodoidea, Cimicoidea, Naboidea ve Miroidea'dir. Belirlenen böcek türlerinin illere, konukçu bitki ve beslenme çeşidine göre dağılımı ortaya konmuştur. Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki belirlenen böcek türlerinin konukçusu olan bitkiler ve dağılımları detaylıca sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Böcek faunası, Hemiptera, Heteroptera, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye

Introduction

Insects (Insecta) are the most numerous group of animals in the world, with over one million species that have been described (Price, 1997).

Insects are difficult to study because they represent the most species-rich, yet one of the least known, of all taxa of living organisms, a problem that is compounded by a dearth of skilled entomologists. Although the number of described

insect species is uncertain due to synonyms and the lack of a global list, most authorities recognize 900 000–1 000 000 named morpho-species, representing 56% of all species known on Earth (Groombridge, 1992; Anonymous, 2003). Sensible estimates of the number of insects yet to be discovered range from another 1 million to 30 million species (Erwin, 1982, 1991), although most predict around 2–8 million more species (May, 1990; Gaston, 1991; Stork, 1997; Ødegaard, 2000). Conservative estimates suggest that 50-90% of the existing insect species on Earth have still to be discovered, yet the named insects alone comprise more than half of all known species of organism.

Insects constitute the most diverse form of animal life in terrestrial ecosystems. Most species are innocuous and essential components of natural ecosystems. Because they are cold-blooded, the rates of key physiological processes in their life cycles are determined by environmental conditions, especially temperature and precipitation. In general they have short generation times, high fecundity and high mobility

(Moore and Allard, 2008).

Turkey in fact seems to be like a small continent in terms of biological diversity. Despite the Anatolia is not a continent alone, it contains all properties of a continent that should have an ecosystem and habitat. Each of seven geographical regions in Turkey has a distinguishable climate, flora and fauna.

Heteroptera includes 9365 species belonging to 1632 genera in Palaearctic Region (Aukema et al., 2013).

This study aims to determine insect species found in various ecologies on Southeastern Anatolia region of Turkey.

Materials and Methods

Entomology studies on insect species of Southeastern Anatolia Region (Adıyaman, Batman, Gaziantep, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak) in different ecological provinces were made between the years 1948-2013 (Figure 1).

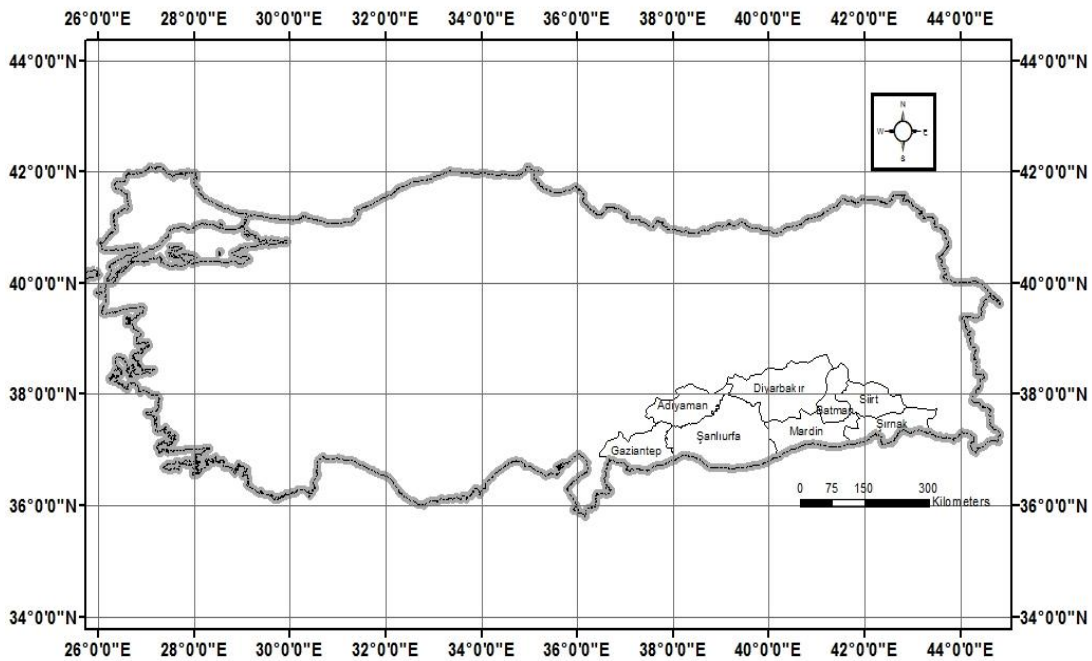


Figure 1. Sampling localities in Southeastern Anatolia Region of Turkey
Şekil 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki örnekleme alanları

In this study, I prepared for the inventory has reached the major advantage of the waterways:

-Currently in Turkey, published or unpublished entomology journals related to scanning,

-Giving more weight to faunistic studies, and in the meantime, the insect fauna of our country foreign scientific journals that publishes articles about scanning,

-Faculty of Agriculture, Faculty of Science and Regional Plant Protection Research Institute in the library of books on insect fauna and the screening of the booklet,

-The doctorate (PhD) and the master's thesis of entomology in the region on the scanning,

-Review of other studies on the insect fauna in the area.

In this study, I evaluated the information as described above were obtained

Results and Discussion

Surveys on insect species in various ecologies have been conducted in the provinces (Adıyaman, Batman, Gaziantep, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak) of Southeastern Anatolia region between the years 1948-2013. Almost 2600 species and subspecies almost 180 families belonging to 13 insect orders are defined owing to these studies. The distributions of determined insect species are as follows: Hemiptera (Suborder Heteroptera) included 8 families were recorded (Table 1).

Table 1. Number of species of Suborder Heteroptera on Southeastern Anatolia Region

Çizelge 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde belirlenen Heteroptera alt takımına ait türlerin sayısı

Suborder	Superfamily Üstfamilya	Family Familya	Number Species Tür Sayısı
Heteroptera	Gerroidea	Gerridae	1
	Hebroidea	Hebridae	2
	Corixoidea	Corixidae	8
	Notonectoidea	Notonectidae	1
	Leptopodoidea	Leptopodidae	1
	Cimicoidea	Anthocoridae	19
	Naboidea	Nabidae	9
	Miroidea	Miridae	146
Total	8	8	187

Order Hemiptera (bugs)

Suborder Heteroptera

Superfamily Gerroidea

Family Gerridae

Gerris lacustris (Linnaeus, 1758)

Distribution of the studies area: Gaziantep;
Host plant: Wetland (Önder et al., 2006).

Superfamily Hebroidea

Family Hebridae

Hebrus montanus Kolenati, 1857

Distribution of the studies area: Gaziantep;
Host plant: Wetland (Önder et al., 2006).

Hebrus pusillus pusillus (Fallén, 1807)

Distribution of the studies area: Gaziantep;
Host plant: Wetland (Önder et al., 2006).

Superfamily Corixoidea

Family Corixidae

Corixa affinis Leach, 1817

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel 1979).

Corixa punctata (Illiger, 1807)

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Host plant: Light trap (Lodos et al., 1984;
Gözüaçık, 2012)

Corixa vermiculata Put.

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Host plant: Light trap (Lodos et al., 1984;
Gözüaçık, 2012)

Micronecta griseola (Linnaeus)

Distribution of the studies area: Gaziantep,

Host plant: Meadow pasture, Wetland (Önder et al., 2006)

Micronecta (Micronecta) wui alkani Hoberlandt, 1952

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Sigara lateralis (Leach, 1817)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Host plant: Wetland (Önder et al., 2006)

Sigara nigrolineata nigrolineata (Fieber, 1848)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Host plant: Wetland (Önder et al., 2006)

Sigara samani tigranes Jansson, 1986

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Mardin, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Superfamily Notonectoidea

Family Notonectidae

Anisops sardeus sardeus Herrich-Schaeffer 1849

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Superfamily Leptopodoidea

Family Leptopodidae

Patapius spinosus (Rossi, 1790)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: Light trap, Meadow pasture, *Pistacia vera* L. (Önder et al., 2006; Matocq and Özgen, 2010)

Superfamily Cimicoidea

Family Anthocoridae

Anthocoris confusus Reuter 1884.

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Light trap (Lodos et al., 1984; Gözüaçık, 2012)

Anthocoris minki Dohrn, 1860

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Host plant: Pistachio, Almond, Olive (Çelik, 1981; Yanık, 1997; Bolu, 2002; Ölmez and Ulusoy, 2002; Bolu et al., 2005; Özgen ve Karsavuran, 2005; Kaplan et al., 2011; Yanık et al., 2011; Maral, 2012)

Anthocoris minki minki Dohrn

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Mardin, Host plant: Almond (Maral, 2012)

Anthocoris minki pistaciae Wagner

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Mardin, Host plant: Almond (Maral, 2012)

Anthocoris nemoralis (Fabricius, 1794)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa, Host plant: Olive (Kaplan et al., 2011)

Cardiastethus nazarenus Reuter, 1884

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: Forest area (Önder et al., 2006)

Dufouriellus ater (Dufour, 1883)

Distribution of the studies area: Gaziantep Host plant: Forest area (Önder et al., 2006)

Lyctocoris dimidiatus (Spinola, 1837)

Distribution of the studies area: Gaziantep Host plant: Forest area (Önder et al., 2006)

Orius albidipennis (Reuter, 1884)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa Host plant: Cotton (Büyük and Kazak, 2010)

Orius horvathi (Reuter, 1884)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa Host plant: Almond, Cotton, Melon, Light trap, Olive, Pistachio, Watermelon (Çelik, 1981; Karaat et al., 1986 (2); Akkaya, 1995; Göven, 1995; Büyük and Özpınar, 1999; Bolu et al., 2005; Özgen and Karsavuran, 2005)

Orius laevigatus (Fieber, 1860)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979)

Orius laticollis (Reuter, 1884)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979)

Orius minutus (Linnaeus, 1758)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa Host plant: Chickpea, Cotton, Lentil, Pomegranate, Light trap (Önder & Adıgüzel 1979; Yaşarakıncı 1991; Göven 1995; Özpınar & Yücel 2002)

Orius niger (Wolff, 1811)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa Host plant: Cotton, Light trap, Pomegranate (Önder and Adıgüzel 1979; Karaat et al., 1986 (2); Göven and Efil, 1994)

Orius pallidicornis (Reuter, 1884)

Distribution of the studies area: Southeastern Anatolia Region, Host plant: Forest area (Önder et al., 2006)

Orius vicinus (Ribaut, 1923)

Distribution of the studies area: Southeastern Anatolia Region, Host plant: Cotton (Büyük 2008)

Temnostethus reduvinus (Herrich-Schäffer, 1853)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Host plant: Pistachio (Yanık, 1997; Bolu, 2002)

Xylocoris cursitans (Fallen, 1807)

Distribution of the studies area: Mardin, Host plant: Unknown (Önder et al., 2006)

Xylocoris (Proxylocoris) galactinus (Fieber, 1836)

Distribution of the studies area: Siirt Host plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Superfamily Naboidea

Family Nabidae

Aspilaspis viridis (Brullé, 1835)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak Host plant: Grassland (Önder et al., 2006)

Nabis capsiformis (Germar, 1838)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak Host plant: Forest area, Grassland (Önder et al., 2006; Matocq and Özgen, 2010)

Nabis fesus (Linnaeus, 1758)

Distribution of the studies area: Southeastern Anatolia Region, Host plant: Cotton, Forest area, Grassland (Özpınar and Yücel, 2002; Önder et al., 2006)

Nabis pseudoferus Romane, 1949

Distribution of the studies area: Southeastern Anatolia Region, Host plant: Almond, Cotton, Lentis, Pistachio, Pomegranate, Vegetables (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 1984; Karaat et al., 1986; Göven and Efil, 1994; Göven and Gümüş, 1998; Bolu, 2002; Bolu et al., 2005; Özpınar and Yücel, 2002; Önder et al., 2006; Gözüaçık, 2012)

Nabis pseudoferus orientarius Remane, 1962

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Mardin, Siirt Host plant: Pistachio, The culture plant (Matocq and Özgen, 2010; Maral, 2012)

Nabis punctatus Costa, 1843

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Host plant: Almond, Chickpea, Lentis, Pistachio, Vegetables (Bolu, 2002; Bolu et al., 2005; Yaşarakıncı, 1999)

Nabis rugosus (Linnaeus, 1758)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Host plant: Cotton, Pomegranate (Önder and Adıgüzel, 1979; Karaat et al., 1986; Göven and Efil, 1994; Göven and Gümüş, 1998)

Nabis sareptanus, Dohrn, 1862

Distribution of the studies area: Diyarbakır,

Host plant: Grassland (Önder and Adıgüzel, 1979; Önder et al., 2006)

Phorticus velutinus Puton, 1895

Distribution of the studies area: Adıyaman,
Host plant: Grassland (Önder et al., 2006)

Superfamily Miroidea

Family Miridae

Acrorrhinium atricorne Linnavuori, 2006

Distribution of the studies area: Siirt, Host
plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Acrorrhinium conspersus Noualhier, 1895

Distribution of the studies area: Adıyaman,
Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt,
Şanlıurfa, Host plant: Pistachio, Pomegranate,
Light trap (Günaydın, 1978; Önder and Adıgüzel,
1979; Bolu, 2002; Yücel et al., 2002; Lodos et al.,
2003; Matocq and Özgen, 2010)

Adelphocoris bimaculicollis Lindberg, 1948

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Host plant: Grassland (Önder et al., 2006)

Adelphocoris lineolatus (Goeze, 1778)

Distribution of the studies area: Adıyaman,
Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt,
Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: Meadow pasture,
Trifolium, Vetch (Bingöl, 1978; Akkaya, 1995;
Lodos et al., 2003)

Adelphocoris vandalicus (Rossi, 1790)

Distribution of the studies area: Adıyaman,
Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt,
Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: Meadow pasture,
Trifolium, Vetch (Bingöl, 1978; Akkaya, 1995)

Alloeotomus cyprius (Wagner, 1953)

Distribution of the studies area: Siirt, Host
plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Alloeomimus kurdus Hoberlandt, 1953

Distribution of the studies area: Adıyaman,
Batman, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Host
plant: Meadow pasture, Pistachio (Günaydın,
1978; Bolu, 2002; Lodos et al., 2003; Önder et al.,
2006)

Amblytylus concolor Jakovlev, 1877

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Meadow pasture, Weeds (Lodos et al.,
2003; Önder et al., 2006)

Amblytylus jani Fieber, 1858

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Meadow pasture (Lodos et al., 2003;
Önder et al., 2006)

Antepia guttalis Seidenstücker, 1960

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Atomoscelis onustus (Fieber, 1861)

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Meadow pasture, Weeds (Lodos et al.,
2003; Önder et al., 2006)

Atractotomus mali (Meyer-Dur, 1843)

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Gaziantep, Siirt, Host plant: *Amygdalus*
communis, *Amygdalus* sp., Meadow pasture
(Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Auchenocrepis reuteri Jakovlev, 1876

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Siirt, Host plant: Meadow pasture, Pistachio,
Tamarix sp. (Lodos et al., 2003; Önder et al.,
2006; Matocq and Özgen 2010)

Badezorus signaticornis (Reuter, 1904)

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Siirt, Host plant: Meadow pasture, Pistachio
(Matocq and Özgen 2010)

Brachynotocoris puncticornis Reuter, 1880

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Gaziantep, Host plant: Light trap, *Vitex agnus*
castus (Lodos et al., 2003; Önder and Adıgüzel,
1979)

Brachycoleus lineellus Jakovlev, 1884

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Meadow pasture (Lodos et al., 2003;
Önder et al., 2006)

Brachycoleus steini Reuter, 1877

Distribution of the studies area: Gaziantep,

Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Brachycoleus thoracicus Puton, 1892

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Host plant: Meadow pasture (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Brachynotocoris cyprius Wagner, 1960

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: The culture plant (Önder et al., 2006)

Brachynotocoris puncticornis Reuter, 1880

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: *Vitex agnus castus* (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Calocoris annulus (Brullé, 1832)

Distribution of the studies area: Southeastern Anatolia Region, Host plant: Meadow pasture (Önder et al. 2006)

Calocoris angularis (Fieber, 1864)

Distribution of the studies area: Adiyaman, Gaziantep, Host plant: Meadow pasture, Trifolium, Vetch (Bingöl, 1978; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Calocoris costai Reuter, 1888

Distribution of the studies area: Mardin, Host plant: Meadow pasture, The culture plant (Önder et al., 2006)

Calocoris instabilis Fieber, 1861

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Calocoris krueperi Reuter, 1880

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Host plant: Meadow pasture, *Medicago sativa*, *Pistacia vera*, *Raphanus sativum*, The culture plant, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Calocoris nemoralis (Fabricius, 1787)

Distribution of the studies area: Southeastern Anatolia Region, Host plant: Meadow pasture, The culture plant (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Calocoris norvegicus (Gmelin, 1788)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: *Tamarix* sp. (Lodos et al., 2003)

Calocoris pilicornis (Panzer, 1804)

Distribution of the studies area: Mardin, Host plant: Meadow pasture, The culture plant (Önder et al., 2006)

Calocoris porphypterus Reuter, 1894

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture, The culture plant (Önder et al., 2006)

Calocoris putoni Horvath, 1888

Distribution of the studies area: Adiyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Host plant: Meadow pasture, Vetch (Bingöl, 1978; Önder et al., 2006)

Calocoris quadripunctatus (Villers, 1789)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Forest plant, The culture plant (Önder et al., 2006)

Calocoris roseomaculatus (De Geer, 1773)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Host plant: Weeds (Lodos et al., 2003)

Calocoris trivialis (Costa, 1852)

Distribution of the studies area: Adiyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Şanlıurfa Host plant: Olive (Kaplan et al., 2011)

Camponotidea fieberi Reuter, 1879

Distribution of the studies area: Adiyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Siirt Host plant: Trifolium, Vetch (Bingöl, 1978)

Camponotidea saundersi (Puton, 1874)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Siirt Host plant: *Medicago sativa*, The culture plant (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Camptotylus linæ (Puton, 1881)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture, *Tamarix* sp. (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Capsodes cingulatus (Fabricius, 1787)

Distribution of the studies area: Southeastern

Anatolia Region, Host plant: Meadow pasture, Forest plant (Önder et al., 2006)

Capsodes infuscatus (Brullé, 1832)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Campylomma annulicornis (Signoret, 1865)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa, Host plant: Cotton, Light trap, Vegetables (Önder and Adıgüzel, 1979; Göven and Efil, 1994)

Campylomma diversicornis (Reuter, 1878)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa Southeastern Anatolia Region, Host plant: *Allium cepa*, Almond, Chickpea, Cotton, Light trap, Lentis, Meadow pasture, Pistachio, Pomegranate, Vegetables (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 1984; Karaat et al., 1986; Karaat et al., 1990; Yaşarakıncı, 1991; Türkmen et al., 1992; Göven and Efil, 1994; Göven et al., 1995; Yanık, 1997; Büyük and Özpınar, 1999; Bolu, 2002; Özpınar and Yücel, 2002; Lodos et al., 2003; Bolu et al., 2005; Önder et al., 2006; Efil et al., 2009)

Campylomma lindbergi Hoberlandt, 1952

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa Southeastern Anatolia Region, Host plant: Almond, Pistachio (Bolu, 2002; Yücel et al., 2002; Lodos et al., 2003; Bolu et al., 2005; Yanık et al., 2011; Önder et al., 2006)

Campylomma nicolasi Puton & Reuter, 1883

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Siirt, Şanlıurfa, Southeastern Anatolia Region, Host plant: Chickpea, Meadow pasture, Lentis, *Quercus* sp. (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 1984; Şimşek, 1985; Yaşarakıncı, 1991; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006; Külekçi et al., 2009; Gözüaçık, 2012)

Campylomma verbasci (Meyer-Dûr, 1843)

Distribution of the studies area: Diyarbakır,

Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: Chickpea, Meadow pasture, Lentis, *Verbascum* sp. (Önder and Adıgüzel 1979; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006; Matocq and Özgen, 2010)

Capsodes infuscatus (Brullé, 1832)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Charagochilus gyllenhali (Fallén, 1807)

Distribution of the studies area: Siirt, Host plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Chlamydatus pullus (Reuter, 1871)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: Meadow pasture, Trifolium, Vetch (Bingöl, 1978; Akkaya, 1995)

Chorosomella jakovleffi Horvath, 1906

Distribution of the studies area: Gaziantep, Şanlıurfa, Host plant: Meadow pasture, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Creontiades pallidus (Rambur, 1845)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa, Host plant: Cotton (Özpınar and Yücel, 2002)

Cyphodema instabile (Lucas, 1849)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: Agricultural area, Meadow pasture, *Medicago sativa*, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Deraeocoris cyprius Wagner, 1953

Distribution of the studies area: Mardin, Host plant: Forest area (Önder et al., 2006)

Deraeocoris delagrangi (Puton, 1892)

Distribution of the studies area: Mardin, Host plant: Olive (Kaplan et al., 2011)

Deraeocoris pallens Reuter, 1904

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Southeastern Anatolia Region, Host

plant: Agricultural area, *Allium cepa*, Almond, Chickpea, Cotton, Light trap, Lentis, Meadow pasture, Pistachio, Pomegranate, Weeds, Vegetables (Önder and Adıgüzel, 1979; Karaat et al., 1986; Yaşarakıncı, 1991; Türkmen et al., 1992; Göven and Efil, 1994; Özpınar and Yücel, 2002; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006; Matocq and Özgen 2010; Yanık et al., 2011)

Deraeocoris punctulatus (Fallen, 1807)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Siirt, Host plant: Pistachio, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006; Matocq and Özgen, 2010)

Deraeocoris rutilus (Herrich-Schäffer, 1839)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Host plant: *Amygdalus* sp., Meadow pasture, Light trap, *Rhus* sp. (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Deraeocoris serenus (Douglas & Scott, 1868)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Southeastern Anatolia Region, Host plant: Agricultural area, Cotton, Light trap, Pomegranate, Weeds, Vegetables (Bingöl, 1978; Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 1984; Karaat et al., 1986; Göven and Efil, 1994; Lodos et al., 2003; Gözüaçık, 2012; Maral, 2012)

Dicyphus albonasutus Wagner, 1951

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 1984; Gözüaçık, 2012)

Dionconotus cruentatus (Brullé, 1832)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Agricultural area, Meadow pasture (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Ectagela guttata (Schmidt, 1939)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Siirt, Host plant: Meadow pasture, Pistachio, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006; Matocq and Özgen, 2010)

Exolygus gemellatus (Herrich-Schäffer, 1835)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: Agricultural area, Leguminous forage crops, Meadow pasture, Vetch (Bingöl, 1978; Akkaya, 1995; Önder et al., 2006)

Exolygus pratensis (Linnaeus, 1758)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: *Allium cepa*, *Chenopodium* sp., Cotton, Leguminous Forage crops, Light trap, Maize, *Pyrus communis*, Tobacco, *Triticum sativa*, Trifolium, *Urtica* sp., Vegetables, Vetch, Weeds (Bingöl, 1978; Önder and Adıgüzel, 1979; Karaat et al., 1986; Şimşek, 1988; Akkaya, 1995; Göven, 1995; Özpınar and Yücel, 2002; Lodos et al., 2003)

Exolygus rugulipennis (Poppius, 1911)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak, Host plant: Cotton, Leguminous forage crops, *Medicago sativa*, Tobacco, Trifolium, *Triticum sativa*, Vetch (Bingöl, 1978; Karaat, 1986; Karaat et al., 1986; Akkaya, 1995; Lodos et al., 2003)

Grypocoris fieberi (Douglas & Scott, 1868)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Siirt, Host plant: Forest area, *Medicago sativa*, Meadow pasture, Trifolium, Vetch (Bingöl, 1978; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Globiceps horvathi (Reuter, 1912)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Globiceps sordidus (Reuter, 1876)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Glaphyrocoris ebikh (Linnavuori, 1984)

Distribution of the studies area: Siirt, Host plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Hallodapus pseudoconcolor (Linnavuori, 1984):

Distribution of the studies area: Siirt, Host plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Halticus asperulus (Horvath, 1889)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Halticus luteicollis (Panzer, 1805)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Harpocera thoracica (Fallén, 1807)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture, *Quercus* sp. (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Heterotoma meriopterum (Scopoli, 1763)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Forest area, Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Horistus orientalis (Gmelin, 1790)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Vineyard area (Özgen, 2012)

Linoceraea lunigera (Horvath, 1913)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Agricultural area, *Juglans regia* (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Liocoris tripustulatus (Fabricius, 1781)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: *Medicago sativa*, Umbelliferous plants, *Matricaria* sp, *Urtica* sp., Weeds (Lodos et al., 2003)

Lygus gemellatus gemellatus (Herrich-Schaeffer, 1835)

Distribution of the studies area: Siirt, Host plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Macrolophus caliginosus (Wagner, 1950)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Host plant: Agricultural area, Light trap, Meadow pasture (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Macrolophus nubilus (Herrich-Schäffer, 1835)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Host plant: Agricultural area, Light trap, Meadow pasture, Tobacco, Vegetables, *Vitex agnus castus* (Önder and Adıgüzel, 1979; Karaat, 1986; Ölmez and Ulusoy, 2002; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Macrotylus herrichi (Reuter, 1873)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Host plant: Agricultural area, Meadow pasture, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Macrotylus perdictus (Kritshenko, 1938)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Mardin, Host plant: Meadow pasture, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Macrotylus weberi (Wagner, 1976)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Macrolophus pygmaeus (Rambur, 1839)

Distribution of the studies area: Siirt, Host plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Maurodactylus albidus (Kolenati, 1845)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979)

Megacoelum infusum (Herrich-Schäffer, 1837)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Mardin, Host plant: *Amygdalus* sp., Meadow pasture, Woodland (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Megacoelum pulchricorne (Reuter, 1880)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Agricultural area, Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Megalocoleus bifidus (Wagner, 1973)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Megalocoleus lunula (Fieber, 1861)

Distribution of the studies area: Gaziantep,

Host plant: *Lens esculenta*, *Matricaria* sp., Meadow pasture, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Megalocoleus molliculus (Fallén, 1807)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Monosynamma bohemani (Fallén, 1829)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Şanlıurfa, Host plant: Woodland (Önder et al., 2006)

Nanopsallus carduella (Horvath, 1888)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Siirt, Host plant: *Carduus* sp., Light trap, Meadow pasture, Pistachio (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006; Matocq and Özgen, 2010)

Oncotylus anatolicus (Wagner, 1969)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Oncotylus setulosus (Herrich-Schäffer, 1839)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Host plant: Light trap, Meadow pasture, *Sinapis* sp., Weeds (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Oncotylus viridiflavus (Goeze, 1778)

Distribution of the studies area: Southeastern Anatolia Region, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Orthocephalus rhyaropus Fieber, 1864

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Orthocephalus saltator (Hahn, 1831)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Mardin, Host plant: Agricultural area, Meadow pasture, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Orthocephalus tenuicornis (Mulsant & Rey, 1852)

Distribution of the studies area: Gaziantep,

Şanlıurfa, Host plant: *Lens esculenta*, *Matricaria* sp., Meadow pasture, Weeds (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Orthonotus cylindricollis (Costa, 1852)

Distribution of the studies area: Mardin, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Orthonotus fraudatrix (Reuter, 1904)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture, *Medicago sativa* (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Orthops kalmii (Linnaeus, 1758).

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979)

Orthotylus cupressi Reuter, 1883

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Light trap, Meadow pasture (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Orthotylus flavosparsus (Sahlberg, 1842)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979)

Orthotylus (Parapachylops) junipericola balcanicus (Josifov, 1974)

Distribution of the studies area: Siirt, Host plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Orthotylus nassatus (Fabricius, 1787)

Distribution of the studies area: Mardin, Host plant: Agriculture and forest areas (Önder et al., 2006)

Pachylops bicolor (Douglas & Scott, 1865)

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: *Juglans regia*, Meadow pasture (Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Phytocoris flammula Reuter, 1875

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Phytocoris irroratus Linnavuori, 1965

Distribution of the studies area: Mardin, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Phytocoris loralis Wagner, 1976

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Phytocoris pilifer Reuter, 1880

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Agricultural area, Meadow pasture
(Önder et al., 2006)

Phytocoris pinihalepensis Lindberg, 1948

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Forest area, Meadow pasture (Önder
et al., 2006)

Phytocoris tiliae (Fabricius, 1776)

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Agricultural and Forest areas,
Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Piezocranum corvinum Puton, 1895

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Pilophorus angustulus Reuter, 1888

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Forest area (Önder et al., 2006)

Pilophorus clavatus (Linnaeus, 1767)

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Piecoris lituratus Fr.

Distribution of the studies area: Southeastern
Anatolia Region, Host plant: Olive (Kaplan et al.,
2011)

Pithanus marshalli Douglas & Scott, 1868

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Placochilus seladonicus (Fallén, 1807)

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Plagiognathus albipennis (Fallén, 1829)

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: *Medicago sativa*, Meadow pasture
(Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Plagiognathus bipunctatus Reuter, 1883

Distribution of the studies area: Adıyaman,
Diyarbakır, Gaziantep, Siirt, Host plant: *Juglans
regia*, *Lens esculenta*, Light trap, *Matricaria* sp.,
Olea europaea, Meadow pasture, Pistachio,
Weeds (Bingöl, 1978; Önder and Adıgüzel, 1979;
Lodos et al., 2003; Matocq and Özgen, 2010)

Plagiognathus chrysanthemi (Wolff, 1804)

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Gaziantep, Şanlıurfa, Host plant: Agricultural and
Forest areas, *Matricaria* sp., Meadow pasture
(Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Plagiognathus fulvipennis (Kirschbaum, 1856)

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Gaziantep, Şanlıurfa, Host plant: Agricultural area,
Juglans regia, Light trap, Meadow pasture,
Sideritis sp. (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et
al., 2003; Önder et al., 2006)

Plagiognathus raphani Wagner, 1963

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Gaziantep, Host plant: Light trap, *Matricaria* sp.,
Meadow pasture, *Urtica* sp. (Önder and Adıgüzel,
1979; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006)

Platyporus dorsalis Reuter, 1890

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Gaziantep, Host plant: *Medicago sativa* L.,

Onobrychis sativa Lam., *Vicia sativa* L. (Bingöl,
1978)

Polymerus cognatus (Fieber, 1858)

Distribution of the studies area: Adıyaman,
Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt,
Şanlıurfa, Şırnak Host plant: Legume and forage
crops, *Medicago sativa* L., *Vicia sativa* L., Wheat
(Önder and Adıgüzel, 1979; Akkaya, 1995; Lodos
et al., 2003; Önder et al., 2006)

Polymerus vulneratus (Panzer, 1806)

Distribution of the studies area: Adıyaman,
Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt,
Şanlıurfa, Şırnak Host plant: Legume and forage
crops, *Medicago sativa* L., Pistachio, *Vicia sativa*
L., Wheat (Önder and Adıgüzel, 1979; Akkaya,

1995; Matocq and Özgen, 2010)

Pronotropis longicornis Reuter, 1900

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Psallus ancorifer (Fieber, 1858)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Host plant: *Amygdalus* sp., Light trap, *Rubus* sp., Weeds (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 2003)

Psallus lepidus Fieber, 1858

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979)

Psallus oleae Wagner, 1963

Distribution of the studies area: Southeastern Anatolia Region, Host plant: Olive (Kaplan et al., 2011)

Psallus varians cornutus Wagner, 1943

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Mardin, Host plant: Agriculture Plant (Maral, 2012)

Pseudoloxops coccineus (Meyer-Dür, 1843)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Host plant: Light trap, Pistachio (Günaydın, 1978; Önder and Adıgüzel, 1979; Bolu, 2002)

Pseudoloxops sangrudanus Linnavuori, 2006

Distribution of the studies area: Siirt, Host plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Stenodema calcaratum (Fallén, 1807)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Host plant: Light trap, Poaceous plants (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 2003)

Stenodema turanicum Reuter, 1904

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Host plant: Light trap, Maize, Pistachio, Pomegranate (Önder and Adıgüzel, 1979; Şimşek, 1988; Matocq and Özgen, 2010)

Sthenarus pollinosus Horvath, 1905

Distribution of the studies area: Mardin, Host plant: Meadow pasture (Önder et al., 2006)

Sthenarus roseri (Herrich-Schäffer, 1838)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Forest area (Önder et al., 2006)

Stictopleurus riveti Royer, 1923

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak Host plant: Legume and forage crops (Akkaya, 1995; Önder et al., 2006)

Stictopleurus pictus (Fieber, 1861)

Distribution of the studies area: Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Şırnak Host plant: Legume and forage crops (Akkaya, 1995)

Taylorilygus pallidulus (Blanchard, 1852)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979)

Trigonotylus ruficornis (Geoffroy, 1785)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Siirt, Host plant: Light trap, Pistachio, poaceous plants, *Triticum sativa*, weeds (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 1984; Önder et al., 2006; Matocq and Özgen, 2010; Gözüaçık, 2012)

Trigonotylus pulchellus (Hahn, 1834)

Distribution of the studies area: Diyarbakır, Gaziantep, Siirt, Host plant: Light trap, Rocky and sandy areas, Pistachio, *Triticum sativa*, *Vitis vinifera*, Weeds (Önder and Adıgüzel, 1979; Lodos et al., 2003; Önder et al., 2006; Matocq and Özgen, 2010)

Tuponia ayasensis Wagner, 1963

Distribution of the studies area: Siirt, Host plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Tuponia lethierryi Reuter, 1875

Distribution of the studies area: Gaziantep, Host plant: *Tamarix* sp. (Lodos et al., 2003)

Tuponia eckerleini orientalis Wagner, 1955

Distribution of the studies area: Gaziantep,

Host plant: Meadow and pasture (Önder et al., 2006)

Tuponia orientalis Wagner, 1955

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: *Tamarix* sp. (Lodos et al., 2003)

Tuponia seidenstückeri Wagner, 1955

Distribution of the studies area: Gaziantep,
Host plant: *Tamarix* sp. (Lodos et al., 2003)

Tuponia unicolor (Scott, 1872)

Distribution of the studies area: Diyarbakır,
Host plant: Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979)

Yotvata pulcherrima Linnavuori, 1984

Distribution of the studies area: Siirt, Host
plant: Pistachio (Matocq and Özgen, 2010)

Zanchius alatanus Hoberlandt, 1955

Distribution of the studies area: Adıyaman,
Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şanlıurfa, Host plant:
Cotton, Light trap (Önder and Adıgüzel, 1979;
Özpinar and Yücel, 2002)

Heteropterans regularly cause a wide variety and large number of problems for humans at times on a catastrophic scale. The 37,000 described species of this suborder including many pests, disease transmitters, and nuisances exist worldwide, inflicting damage on crops, forests, orchards, and human life. But, many true bugs are important predators of insect pests and mites. Mirids that feed on delphacid planthopper eggs have been used successfully in classical biological control programs. Other zoophagous heteropterans, mostly aquatic and semiaquatic, are economically important natural enemies because they feed, in part, on blood-sucking Diptera, especially mosquito larvae and. Biological control programs have to take into account that some of these predacious species are cannibalistic, some may damage crops, or may feed on beneficial arthropods such as pollinators and spiders. Heteroptera can be serious crop pests, harmful to humans, or can be valuable as biological control agents.

References

- Akkaya, A., 1995. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Baklagil Yem Bitkilerinde Entomolojik Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *GAP Bölgesindeki Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu Bildirileri*, pp. 304-316, Şanlıurfa, Türkiye.
- Anonymous, 2003. Measuring biodiversity for conservation. *The Royal Society*, London. 65 pp.
- Aukema, B., Rieger, C., Rabitsch, W., 2013. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol. 6. Supplement. Amsterdam, the Netherlands: *Netherlands Entomological Society*, 629 pp.
- Bingöl, M. C., 1978. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kültür Yem Bitkilerinde (Yonca: *Medicago sativa* L., Korunga: *Onobrychis sativa* Lam., Fiğ: *Vicia sativa* L.) Zarar Yapan Miridae ve Curculionidae Familyalarına Ait Böcek Türleri, Tanınmaları ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. Diyarbakır Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü (Basılmamış uzmanlık Tezi), 80 pp.
- Bolu, H., 2002. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antepfıstığı Alanlarındaki Böcek ve Akar Faunasının Saptanması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 26 (3): 197-208.
- Bolu, H., Çınar, M., Özgen, İ., 2005. Diyarbakır, Elazığ, Mardin Bademlerinde Zararlı ve Yararlı Böcek Türlerinin Belirlenmesi ve Önemli Türlerin Populasyon Değişimleri Üzerinde Araştırmalar. Tubitak Proje No: TOGTAG-2886. 93 pp.
- Büyük, M., Özpinar, A., 1999. Diyarbakır İli Kavun ve Karpuz Ekim Alanlarında Zararlı *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) ve Predatörlerinin Populasyon Gelişimi Üzerinde Bir Araştırma. *Türkiye IV. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri*, pp. 249-258, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Büyük, M., 2008. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Ekim Alanlarındaki Avcı Böceklerden *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae)'nin Populasyon Gelişiminin Belirlenmesi, En Yaygın Türün Biyolojik Özellikleri ve Bazı Pestisitlerin Bunlara Etkileri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 138 pp.
- Büyük, M., Kazak, C. 2010. Avcı böcek *Orius albidipennis* (Reuter) (Hemiptera: Anthocoridae)'in laboratuvar koşullarında bazı biyolojik özellikleri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1 (2): 109-117.
- Çelik, M.Y., 1981. Gaziantep ve Çevresinde Antep Fıstıklarında Psylloidea'ya Bağlı Önemli Zararlı Türlerin Tanınmaları Yayılışları, Konukçuları, Kısa Biyolojileri ve Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar. Araştırma Eserleri Serisi, 51: 1-107.
- Erwin, T.L., 1982. Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. *Coleopterists Bulletin*, 36: 74-75.
- Erwin, T.L., 1991. How many species are there? *Revisited Conservation Biology*, 5: 1-4.
- Gaston, K.J. 1991. The magnitude of global insect species richness. *Conservation Biology*, 5: 283-296.
- Göven M.A., Efil, L. 1994. Dicle Vadisi Pamuk Alanlarında Zararlı Yeşilkurt (*Heiothis armigera* Hübn.) (Lepidoptera: Noctuidae)' un Doğal Düşmanları ve Etkinlikleri Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye III. Biyolojik Mücadele Kongresi*, 25-28 Ocak, pp. 449-457 İzmir,

- Türkiye.
- Göven, M.A. 1995. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Ekim Alanlardaki Zararlılar İle İlgili Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *GAP Bölgesindeki Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu Bildirileri*, pp. 282-295 Şanlıurfa, Türkiye.
- Göven, M.A., Karaat, Ş. Yılmaz, T., 1995. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Pamuk Alanlarında Önemli Yararlı Türlerden Biri Olan *Campylomma diversicornis* (Heteroptera: Miridae)'in Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 19 (4): 259-266.
- Göven, M.A., Gümü, S., 1998. Diyarbakır (Bismil) İli Pamuk Alanlarında Zararlı Pamuk Çizgili Yaprakkurdu [*Spodoptera exigua* (Hüb.)] (Lep.: Noctuidae)'nin Doğal Düşmanları Üzerinde Bir Gözlem. *Bitki Koruma Bülteni*, 34 (3-4): 117-120.
- Gözüaçık, C., 2012. Karacadağ'ın Entomolojik Açısından Önemi. Karacadağ. Grafik Tasarım Baskı Uzman matbacılık ve Ciltleme, İstanbul, 463: 330-339.
- Groombridge, B., 1992. Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources. Chapman Hall, London, 624 pp.
- Günaydın, T., 1978. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Antepfıstıklarında Zarar Yapan Böcek Türleri, Tanınmaları, Yayılışları ve Ekonomik Önemleri Üzerinde Araştırmalar, pp.106.
- Kaplan, C., Büyük, M., Eren, S., 2011. Güneydoğu Anadolu Bölgesi zeytin bahçelerinde saptanan zararlı ve faydalı böcek türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 51(3): 267-275.
- Karaat, Ş. 1986. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Tütün (*Nicotiana tabacum* L.)'de Zararlı Olan Böcek Türleri, Tanınmaları Yayılış Alanları ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. *Diyarbakır Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Araştırma Eserleri Serisi*, 4: 26-34.
- Karaat, Ş., Göven, M.A., Mart, C., 1986(1). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bazı Yabancı Otların Zararına Yaşayan Böcek Türleri Üzerinde İlk İncelemeler. *Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri*, 12-14 Şubat, pp.186, Adana, Türkiye.
- Karaat, Ş., Göven, M.A., Mart, C., 1986(2). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Pamuk Ekim Alanlarında Yararlı Türlerin Genel Durumları. *Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri*, 12-14 Şubat, pp. 162 Adana, Türkiye.
- Karaat, Ş., Göven, M.A., Mart, C., 1990. Güneydoğu Anadolu Projesi Pamuk Alanlarında *Campylomma diversicornis* Reut. (Het.: Miridae)'in Genel Durumu. *Uluslararası Biyolojik Mücadele Sempozyumu*, pp. 98.
- Lodos, N., Önder, F., Şimşek, Z., 1984. Diyarbakır(Karacadağ)' da Süne (*Eurygaster integriceps* Put.) (Heteroptera: Scutelleridae)' nin Ovalara Göç Ettiği Dönemde Kışlak Böcek Faunasının Tespiti ve Süne ile Bazı Türlerin Kışlak Yerlerinden Çıkış ve Göç Etme Davranışları Üzerinde Araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 24 (2): 75-82.
- Lodos, N., Önder, F., Adıgüzel, N., Şimşek, Z., 1984. Diyarbakır (Karacadağ)'da Süne'lerin Ovalara Göç Etmeye Başladığı Dönemde, Kışlak Böcek Faunasını Tespit ile Bazı Böcek Türlerinin Kışlak Yerlerinden Çıkış ve Davranışları Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 8: 45-56.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., Erkin, E., Karsavuran, Y., Tezcan, S., Aksoy, S., 2003. Faunistic Studies on Miridae (Heteroptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey. Project Numbers: TOAG/336 & 502.
- Maral, H., 2012. Diyarbakır, Mardin ve Elazığ İllerinde Tarım ve Tarım dışı Alanlarındaki Ağaçlarda Bulunan Tingidae (Hemiptera) Türleri İle Bunların Parazitot ve Predatörlerinin Saptanması ve Zararı Önemli Görülen Türlerin Biyolojisi ve Populasyon Gelişiminin Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, pp. 171.
- Matocq, A., Özgen, İ., 2010. A Preliminary List of Heteroptera Collected in Mardin and Siirt Provinces From South-Eastern Anatolia of Turkey (Hemiptera). *Munis Entomology & Zoology Journal*, 5: 1011-1019.
- May, R.M., 1990. How many species? *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 330: 292-304.
- Moore, B., Allard, G., 2008. Climate change impacts on forest health. Forest Health and Biosecurity Working Paper FBS/34E. Rome, FAO.
- Ölmez, S., Ulusoy, M.R., 2002. Diyarbakır İlinde Aphidoidea Üst Familyasına Bağlı Türlerin Predatörlerinin Saptanması. *Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi*, pp. 237.
- Önder, F., Adıgüzel, N., 1979. Some Heteroptera Collected by Light Trap in Diyarbakır (Turkey). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 3 (1): 25-34.
- Önder, F., Karsavuran, Y., Tezcan, S., Fent, M., 2006. Türkiye Heteroptera (Insecta) Kataloğu. ISBN 975-98739-2-3.
- Özgen, İ., Karsavuran, Y., 2005. Antepfıstığı ağaçlarında zararlı *Lepidosaphes pistaciae* (Archangelskaya) (Homoptera: Diaspididae)'nin doğal düşmanlarının saptanması üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 29 (4): 309-316.
- Özpinar, A., Yücel, A., 2002. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) alanındaki pamuklarda zararlı ve avcı böcek türlerinin belirlenmesi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül 2002, pp. 247 Erzurum, Türkiye.
- Price, P.W., 1997. Insect Ecology. John Wiley & Sons Inc. New York, pp. 874.
- Ødegaard, F., 2000. How many species of arthropods? Erwin's estimate revised, *Biological Journal of the Linnean Society*, 71: 583-597.
- Stork, N., 1997. How many species are there? *Biodiversity and Conservation*, 2: 215- 232.
- Şimşek, Z., 1988. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Mısır ve Darılarda Zararlı Olan Böcek Türleri, Tanınmaları, Yayılışları Alanları ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. Araştırma Eserleri Serisi, 6: 1-84.
- Türkmen, Ş., Göven, M.A., Akkaya, A., 1992. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mercimek Ekim Alanlarında Bulunan Böcek Türleri ile Önem Durumlarının Tesbiti Üzerinde Çalışmalar. *Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, pp. 715-724, Adana, Türkiye.
- Yanık, E., 1997. Şanlıurfa İlinde Saptanan Antepfıstığı Zararlıları, Populasyon Gelişmeleri ve Zarar Durumları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 78 pp.
- Yanık, E., Ünlü, L., Yücel, A., 2011. Avcı *Anthocoris minki*'nin Antepfıstığı Bahçelerinde Bulunan Farklı Predatör

Türler, *Campylomma lindbergi*, *Deraeocoris pallens* ve *Oenopia conglobata* ile Birlik İçi Avcılığı. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 117 pp.

Yaşarakıncı, N., 1991. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Mercimek ve Nohut Alanlarında Zararlı Olan *Heliothis Ochs.* (Lep.: Noctuidae) Türleri ve Yayılışı Alanları;

Nohut Yeşilkurdu (*Heliothis virescens* (Hufnagel, 1766)'nın Biyolojisi, Konukçuları ve Doğal Düşmanları. Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Araştırma Eserler Serisi No: 8, Ankara, pp. 79.

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 aralar: 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.ninensn.com.au>
- Evans, R. (1973). Labor market information in Japanese labor markets. In *Industrialization and manpower policy in Asian countries: Proceedings of the Regional Conference on Industrial Relations, Tokyo, Japan, 1973* (pp. 157-72). Tokyo: Japan Institute of Labour.
- Flower, R. (2015, June 1). How a simple formula for resolving problems and conflict can change your reality [Blog post]. *Pick The Brain*. Retrieved from <http://www.pickthebrain.com/blog/how-a-simple-formula-for-resolving-problems-and-conflict-can-change-your-reality/>
- French, L. A. (1986). *Cognitive consequences of education: transfer of training in the elderly* (Ph.D. thesis - University of Illinois, 1980). [Microform]. Ann Arbor, MI: University Microfilms International.
- Goldberg, I. (2000). *Dr. Ivan's depression central*. Retrieved from <http://www.psycom.net/depression.central.html>
- Google Maps. (2015, February 5). *The British Library, London, UK*. Google. Retrieved from <https://www.google.com.au/maps/place/The+British+Library/@51.529972,-0.127676,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x48761b3b70171395:0x18905479de0fdb25>
- Heimans, R. (1996). *Gloves Off (Tom Uren)* [oil paint on canvas]. Canberra: National Portrait Gallery. Retrieved from <http://www.portrait.gov.au/portraits/2000.36/gloves-off-tom-uren>
- How to cite references*. (1996). Retrieved from Murdoch University Library website: <http://wwwlib.murdoch.edu.au/find/citation/>

- Kessel, M. (Director). (1995). *The Making of a Monologue: Robert Wilson's Hamlet* [video, 1:02:18 mins]. New York: Cinema Guild. Retrieved January 29, 2015, from Theatre in Video.
- Kissane, K. (1998, September 5). Kiss or kill: Who is the victim when a battered woman kills? *The Age: Extra*, p. 6.
- Kubler-Ross, E. (1993a). *AIDS: The ultimate challenge*. New York, NY: Collier Books.
- Kubler-Ross, E. (1993b). *Questions and answers on death and dying*. New York, NY: Collier Books.
- Lampathakis, P. (1997, August 11). Tantrums seen as suicide warning. *The West Australian*, p. 26. Retrieved November 21, 2001, from Factiva.
- Leunig, M. (1995, July 27). Thoughts of a baby lying in a child care centre. *The Sydney Morning Herald*, p. 24.
- Mandl, H., et al. (Eds.). (n.d.). *Learning and instruction: European research in an international context* (Vol. 2). Oxford, UK: Pergamon.
- Matthews, J. (1999). *The art of childhood and adolescence: The construction of meaning*. London, England: Falmer Press.
- Mental disorders and their treatment. (1987). In *The new encyclopaedia Britannica* (5th ed., Vol. 23, pp. 956-975). Chicago, IL: Encyclopaedia Britannica.
- Milnes, G. M. (1998). *Adolescent depression: The use of generative instruction to increase rational beliefs and decrease irrational beliefs and depressed mood*. Unpublished M.Appl.Psy. thesis, Murdoch University, Perth, Western Australia.
- Murdoch University Library. (2017, February 22). In a dedication ceremony on Tuesday, Murdoch University celebrated the naming of the Library after eminent historian and Murdoch icon, the late Emeritus Professor Geoffrey Bolton [Facebook status update]. Retrieved from <https://www.facebook.com/murdochlibrary/?fref=ts>
- Newbold, C. R. (2014). *Can I Use that Picture? The Terms, Laws, and Ethics for Using Copyrighted Pictures*. The Visual Communication Guy. Retrieved from http://thevisualcommunicationguy.com/wp-content/uploads/2014/07/Infographic_CanIUseThatPicture4.jpg
- Newcomb, H. (Ed.). (2000). *Television: The critical view* (6th ed). New York: Oxford University Press.
- The pain of being a caffeine freak. (2001, October 6). *New Scientist*, 172(2311), 27.
- Parker, G., & Roy, K. (2001). Adolescent depression: A review. *Australian and New Zealand Journal of Psychiatry*, 35, 572-580.
- Patton, G. C., et al. (1996). Is smoking associated with depression and anxiety in teenagers? *American Journal of Public Health*, 86, 225+. Retrieved November 20, 2001, from ProQuest.
- Payne, S. (1976). 'Dangerous and different': reconstructions of madness in the 1990s and the role of mental health policy. In Watson, S. & L. Doyal (Eds.), *Engendering social policy* (pp.180-195). Philadelphia, PA: Open University Press.
- Rosenthal, R., Rosnow, R. L., & Rubin, D. B. (2000). *Contrasts and effect sizes in behavioral research: A correlational approach*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Russell, B. (1967). *The autobiography of Bertrand Russell* (Vols. 1-3). London, England: Allen & Unwin.

- Russell, G. (Writer, Producer and Narrator), & Wiseman, P. (Producer). (1995). *Tackling bullies: An Australian perspective* [Video recording]. Melbourne, VIC: Video Classroom.
- Setrakian, L. (2017, January). *Lara Setrakian: 3 ways to fix a broken news industry*. [Video file]. Retrieved from https://www.ted.com/talks/lara_setrakian_3_ways_to_fix_a_broken_news_industry#t-521404
- Snyder, C. R. (Ed.). (1999). *Coping: The psychology of what works*. New York, NY: Oxford University Press.
- StudentVIP. (2017). *Lost on Campus* (Version 4.1.3) [Mobile application software]. Retrieved from <http://itunes.apple.com>
- Western Australia. Office of Citizenship and Multicultural Interests. (2000). *2000 migrant services directory: A Western Australian guide for migrants and service providers*. Perth, WA: Office of Citizenship and Multicultural Interests.

REVISION OF MANUSCRIPTS AFTER THE ACCEPTANCE

1. Manuscripts should be prepared to have the width at 3 cm for all margins, and typed on A4 papers (21 cm x 29.7 cm).
2. Manuscripts accepted for publication in HJAFS should be typed using **Calibri** font **12 pt.** but this time without the line numbers put earlier in the reviewing process. Abstracts should be typed using 10 pt. font size (plain, no bold and adjusted).
3. Turkish title must be typed using small letters in **14 pt font** bold and adjusted with each word starting with a capital letter.
4. Names of authors should be typed using 12 pt. font (plain, bold and adjusted) and be placed after the Turkish title with a space between each author.
5. A number must be assigned as a superscript located at the end of the names to indicate address information and the symbol * should be used to indicate the corresponding authorship.
6. Address lines must be typed using **10 pt.** font (plain and adjusted), following the names of authors with a space between each author. The address line should include the **ORCID** number of the author at the end of it.
7. E-mails of the corresponding authors must be provided underneath the address lines.
8. An empty line should be supplied between **Öz** and **Anahtar Kelimeler** as well as between **Abstract** and **Key Words**.
9. The words "**Anahtar Kelimeler**" and "**Key Words**" must be typed in a single column using **10 pt. font** in bold and **squeezed to the left**.
10. There must be two line breaks between the corresponding author's e-mail and abstract and the same goes between the key words and the title. **Öz** and abstract must be typed plain in a single column using **10 pt. font**.
11. Abstract and Key Words must be typed in **bold** with no indentation. Key Words must be typed plain and squeezed to the left.
12. **Two empty lines** must be provided between Key Words and introduction. The main text should be typed using **Calibri** font **12 pt.** size.
13. Main titles of the text must be typed using **Calibri** font **12 pt.** in **bold** with words each starting with a capital letter. Subtitles must start with words each starting with a capital letter typed using **Calibri font 12 pt.** in *italic*.
14. No line numbers should be assigned to main titles and subtitles. Allow a single empty

line between main titles and the beginning of the text as well as between the main titles and the end of the text.

15. Titles of Tables should be placed above and of Figures be placed below them, typed 10 pt. font (indented 1 cm inside) with the words starting with a capital letter, allowing line break of 1.15 width.
16. A line break should be applied before and after the Tables and Figures. Contents of Tables and Figures should be typed using 10 pt. font.
17. References must be typed using **10 pt. font** with a line break of **1.0** width. First lines of the references must be flushed to the left-hand side margin with their following lines indented 1 cm inside.
18. Manuscripts accepted for publication must be revised using only minor editorial modifications, complying with the rules given above. Contents of the manuscripts may not be altered by authors once they are accepted.
19. All responsibilities for the errors appeared after the publication belong to the author(s).
Other errors arising from the publication committee are subject to corrections.
20. All responsibilities belong to the authors writing the paper published in HJAFS. Manuscripts must be prepared complying to ethical rules, accompanied by a copy of ethical committee report, if necessary.

It is strongly advised that authors have a look at the papers published in the latest volumes, visiting the journal's web site <http://dergipark.gov.tr/harranziraat> and then they revise their manuscripts for publication.

PUBLICATION COSTS AND JOURNAL'S BANK ACCOUNT INFORMATION

Harran Journal of Agricultural and Food Sciences has a publication fee of 100 Turkish Liras payable to the following journal account after the manuscript has been accepted. There is a fee waiver publicly applicable to manuscripts coming from the third world countries. **The receipt** for the money wired to our bank account must be uploaded in **PDF format** by entering the Harran Journal of Agricultural and Food Sciences via user information over the **Dergipark system**.

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi (Harran Journal of Agricultural and Food Sciences)

Bank Account Information:

Türkiye İş Bankası Harran Üniversitesi Şubesi, ŞANLIURFA

Account Number: 6705-0010252

IBAN : TR62 0006 4000 0016 7050 0102 52

TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu Başkanlığına

Eserin Adı:

Yazar(lar);

- Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu;
- Tüm yazarların bu çalışmaya bireysel olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını;
- Tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını;
- Makalenin başka bir yerde özet dışında basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını;
- Makalede bulunan metnin, şekillerin ve dokümanların başkalarına ait Telif Haklarını ihlal etmediğini taahhüt ederler.

Bununla birlikte, yazarların veya varsa yazarların işverenin;

- Patent hakları;
- Yazar(lar)ın kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı;
- Makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır.
- Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasına Harran Tarım ve Bilimleri Dergisi yayımcı kuruluş olarak belirtilmesi ve Dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir.

Ben / Biz, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarla istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu, ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığını taahhüt ederim/ederiz.

1. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

2. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

Telif Hakkı Devir Sözleşmesi tüm yazarlarca imzalandıktan sonra tek bir form olarak sisteme yüklenmelidir)

Lütfen arka sayfaya geçiniz.

<http://ziraatdergi.harran.edu.tr>

ISSN: 2148-5003
e-ISSN: 2587-1358