



***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. Recep GÜNDOĞAN  
**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  
Dr. Öğr. Üyesi 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

**Mizanpaj Editörü  
(Typesetting Editor)**

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ

Cilt (Volume): 22

Sayı (Issue): 4

Yıl (Year): 2018

**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. Abdulkaki 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:** 24.12.2018

**Baskı:** Nova Matbaası, Şanlıurfa

**Yılda dört kez yayınlanır**

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

Yıl/year: 2018

Cilt/volume: 22

Sayı/number: 4

**Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi**  
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

**Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler**  
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

**Prof. Dr. Ayhan ATLI**

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Aziz KARAKAYA**

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Canan CAN**

Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

**Prof.Dr. Cuma AKINCI**

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof Dr. Erhan AKKUZU**

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

**Prof.Dr. HASAN HÜSEYİN ÖZTÜRK**

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü

**Prof. Dr. Hasan VARDİN**

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Hüseyin KARLIDAĞ**

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Kemalettin KARA**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Levent SON**

Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, İşletme Bilgi Yönetimi .

**Prof.Dr. Murat TUNÇTÜRK**

Yüzüncüyıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ**

Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği  
Bölümü

**Prof.Dr. Osman EREKUL**

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Ömer Faruk EMEKSİZ**

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Prof. Dr. Ramazan SAĞLAM**

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Bölümü

**Prof. Dr. Sinan ETİ**

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. Abdulkadir SÜRÜCÜ**

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

**Doç. Dr. Ahmet Konuralp ELİÇİN**

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü

**Doç. Dr. Ali Fuat TARI**

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

**Doç. Dr. Emine İKİKAT TÜMER**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Doç. Dr. Eray TULUKÇU**

Selçuk Üniversitesi, Çumra M.Y.O. Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

**Doç. Dr. Hatice DAĞHAN**

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

**Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sabri ÜNSAL**

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Alper KUŞÇU**

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Doğan ARSLAN**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Fatih Mehmet YILMAZ**

Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi İsa COŞKUN**

Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Manolya Eser ÖNER**

Alanya Alaadin Keykubat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÇETİN**

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Nebahat Şule ÜSTÜN**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Oğuz PARLAKAY**

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**İçindekiler / Contents**

**Araştırma Makaleleri / Research Articles**

<b>Effects of magnesium sources and levels on performance, carcass traits and meat quality in broile</b> Etlik piliçlerde magnezyum kaynağı ve seviyelerinin performans, karkas özellikleri ve et kalitesine etkileri Rabia GÖÇMEN, Gülşah KANBUR, Yusuf CUFADAR	<b>454-460</b>
<b>Yüzey ve yüzeyaltı damla sulamanın toprakta nem değişimi ve toprak su tansiyonuna etkisi</b> Effects of surface and subsurface drip irrigation on soil water moisture variation and soil-water tension Öner ÇETİN, Neşe ÜZEN	<b>461-470</b>
<b>GAP Bölgesinde yetiştirilen bazı zeytin çeşitlerinin kendine verimlilik durumlarının belirlenmesi</b> Determination of self-fertility status of some olive cultivars grown in GAP Region Şehnaz KORKMAZ, Bekir Erol AK	<b>471-477</b>
<b>Effects of silicon to salt stress on strawberry plant</b> Silisyumun çilek bitkisinde tuz stresine etkileri Servet ARAS, Ahmet EŞİTKEN	<b>478-483</b>
<b>Domates (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) yetiştiriciliğinde üretici ve çeşit faktörlerinin yaprak ve meyvedeki bitki besin maddesi konsantrasyonu üzerine etkisi</b> Effect of the producer and cultivar factor on leaf and fruit plant nutrient concentration in growing tomato ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) Gafur GÖZÜKARA, Mustafa KAPLAN	<b>484-495</b>
<b>Türkiye’de arı ürünleri paketleyen işletmelerin sosyal ve ekonomik yapısı</b> Social and economic structure of bee products packing firms in Turkey Vedat CEYHAN, Selime CANAN	<b>496-501</b>
<b>Enzim ön uygulamasının siyah üzüm ve ahududu sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri, toplam fenolik madde içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkisi</b> Effect of enzyme pretreatment on the physical and chemical properties, total phenolic content and total antioxidant capacity of black grape and raspberry juices Ezgi AYDIN, Özge SARIKAYA, Gizem ÇATALKAYA, Derya KAHVECİ	<b>502-512</b>

<b>Glutensiz ekmekte nohut mayası kullanımının etkileri</b> Effects of chickpea yeast utilization on gluten-free bread Nazlı ŞAHİN, Mehmet KOYUNCU, Abdulvahit SAYASLAN	513-524
<b>Susam ve yer fıstığı ile zenginleştirilmiş pekmez karışımlarının fizikokimyasal, duyuusal ve biyoaktif özellikleri</b> Physicochemical, sensory and bioactive properties of pekmez mixtures fortified with sesame and peanut Başak KAYA, Funda SÖKMEN, Sema SARIDANIŞMET, Hamza ALAŞALVAR, Mustafa ÇAM	525-532
<b>Çörekotu (<i>Nigella sativa</i> L.) çeşit ve popülasyonlarının karakterizasyonu: I. Tarımsal özellikler</b> Characterization on variety and populations of black cumin ( <i>Nigella sativa</i> L.): I. Agricultural properties İslim KOŞAR, Abdulhabip ÖZEL	533-543
<b>Bazı soya fasulyesi (<i>Glycine max</i> L.) çeşitlerinin yüksek rakımlarda verim ve verim unsurlarının belirlenmesi</b> Determination of yield and yield components of some soybean ( <i>Glycine max</i> L.) varieties at high altitudes Erkan BOYDAK, Büşra KAYANTAŞ, Ferat ACAR, Rıdvan FIRAT	544-550
<b>Bazı durum buğday çeşitlerinin kurağa mukavemet yönünden toprak altı ve üstü organlarının incelenmesi</b> Examining the effect of drought stress on above and ground parts of some durum wheat cultivars at different development stages Nefise EREN ÜNSAL, Mehmet Hanif TÜRKER, Gökhan AKKAYA	551-559
<b><u>Derleme Makaleleri / Review Articles</u></b>	
<b>Ses dalgaları ile hücrelerde geri dönülmez DNA hasarları oluşturmak mümkün müdür?</b> Is it possible to induce irreversible DNA damages in cells via sound waves? Murat DİKİLİTAŞ, Vehbi BALAK, Eray ŞİMŞEK, Sema KARAKAŞ	560-571
<b>Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimek üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi</b> Assessment of carbon dioxide emissions due to fuel consumption in lentil production in Southeastern Anatolia Region Gürsel KÜSEK	572-584



# Effects of magnesium sources and levels on performance, carcass traits and meat quality in broile

## *Etlik piliçlerde magnezyum kaynağı ve seviyelerinin performans, karkas özellikleri ve et kalitesine etkileri*

Rabia GÖÇMEN<sup>1\*</sup>, Gülşah KANBUR<sup>1</sup>, Yusuf CUFADAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Selçuk, Agriculture Faculty, Konya, Turkey

### To cite this article:

Göçmen, R., Kanbur, G. & Cufadar, Y. (2018). Effects of magnesium sources and levels on performance, carcass traits and meat quality in broile. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 454-460. DOI: 10.29050/harranziraat.403798

### Address for Correspondence:

Rabia GÖÇMEN

e-mail:

rabiaacar@selcuk.edu.tr

### Received Date:

09.03.2018

### Accepted Date:

15.05.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

This study was carried out to determine the effect of different sources and levels supplemental Mg on performance, carcass traits and meat quality in broilers. Four hundred and fifty one day old broiler chicks (Ross 308) in 6 groups of 75 each (2 x 3 factorial experiment) were randomly allocated. Magnesium sources used was magnesium sulphate (inorganic) and magnesium proteinate (organic). Experimental diets were prepared into the basaldiet by addition of organic and inorganic Mg at 0, 0.2 and 0.4% levels. The experiment lasted 42 days. The result of the study showed that addition of Mg did not significant effect on body weight, weight gain, feed intake and feed conversion ratio ( $P>0.05$ ). Carcass, liver and wing weight and carcass yield was affected fed with by interaction diets ( $P<0.05$ ). Carcass weight and carcass yield of group organic 0.2 % of group was higher than the other groups. None of meat quality parameters (water holding capacity, cook loss, pH, meat colour parameters) did not significantly effected by the treatments.

**Anahtar Kelimeler:** Broiler, Carcass traits, Magnesium, Meat quality, Performance

### ABSTRACT

Bu çalışmada, etlik piliç rasyonlarına farklı seviyelerde katılan organik ve inorganik magnezyum (Mg) ilavesinin performans, karkas özellikleri ve et kalitesi üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Denemede, bir günlük yaştaki 450 adet etlik piliç civcivi, her birinde 75 adet civciv bulunan altı deneme grubuna tesadüfi olarak dağıtılmıştır (2 x 3 faktöriyel deneme). Denemede inorganik Mg kaynağı olarak magnezyum sülfat ( $MgSO_4$ ), organik magnezyum kaynağı olarak magnezyum proteinat kullanılmıştır. Deneme rasyonları; bazal rasyona 0 (kontrol), % 0.2 ve % 0.4 Mg temin edecek miktarda inorganik ve organik Mg kaynakları ilavesiyle oluşturulmuştur. Deneme süresi 42 gün olmuştur. Deneme sonunda Mg ilavesi; canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanmayı önemli derecede etkilememiştir ( $P> 0.05$ ). Karkas, karaciğer, kanat ağırlığı ve karkas randımanı kaynak x seviye gruplarında önemli derecede etkilenmiştir ( $P> 0.05$ ). Organik% 0.2 grubunda karkas ağırlığı ve karkas randımanı diğer gruplara kıyasla daha yüksek olmuştur. Et kalitesi kriterleri (su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, pH, et rengi parametreleri) muamelelerden etkilenmemiştir.

**Key Words:** Etlik piliç, Karkas özellikleri, Magnezyum ,Et kalitesi, Performans

## Introduction

The animal protein deficiency required for human nutrition is increasing. People consume nutrients

for healthy, balanced and sustainable life that should be reliable and not contain risks (Çetin and Göçmen, 2013). Minerals in ration are very important for obtaining desired performance in



animal production. Magnesium, an essential cation in the diet of most animals (Lee and Britton, 1980), is involved in many cellular functions and as a cofactor in all major metabolic pathways (Saris et al., 2000; Liu et al., 2007). Mg deficiency may lead to serious biochemical and symptomatic changes (Coudray et al., 2005) and symptoms of deficiency have been described in growing chicks by Almquist (1942), Bird (1949), and Gardiner et al. (1960); in growing ducks by Van Reen and Pearson (1953) and in laying hens by Cox and Sell (1967). Mg requirements of poultry do not exceed 0.6 g.kg<sup>-1</sup> dry matter (NRC, 1994). Research on Mg metabolism of poultry is limited, probably because common feed stuffs contain sufficient Mg to cover requirements and Mg deficiencies are unheard of (Suttle, 2010). Nevertheless, it has recently been suggested that supplemental Mg in poultry diets can exert positive effects on meat quality and growth in some situations or at certain stages of development (Guo et al., 2003; Gaal et al., 2004; Sahin et al., 2005; Yang et al., 2012). Mg can reduce oxidation and could be used to improve and stabilise chicken meat quality (Guo et al., 2003).

The precise determination of Mg requirements of farm animals is necessary, depending on the stage of growth, performance and reproduction of the animals (Pointillart, 1989). It is assumed that the new breeds of high-producing farm animals (hybrids) require more nutrients and minerals than the former races (Thielscher, 1990).

The purpose of our study that determine effect of addition different levels and sources Mg on performance, carcass traits and meat quality in broilers.

## Materials and Methods

Four hundred and fifty one day old broiler chicks (Ross 308) in 6 groups of 75 each (2 x 3 factorial experiment) were randomly allocated. All groups consist of five replicates. There were 15

chickens per replicate pen. The experimental diets were prepared by adding certain amounts of organic (Mg-proteinate) and inorganic (MgSO<sub>4</sub>) Mg sources which were provided as 0 (control), 0.2 and 0.4 % Mg in basal ration. Starter and grower diets were formulated according to recommendation in the Ross management manual and NRC (1994). The composition of starter and grower diets were showed in Table 1 and Table 2, respectively.

The birds were fed with starter diet until day 21 of age followed by a grower diet afterwards (from day 22 to day 42 of age). Feed and water were provided *ad libitum*. Body weight of broilers and feed intake was determined at the beginning at the start 3. week and at the end of the trail. Feed conversion ratio (FCR) was calculated as feed intake / body weight gain (FI/BWG). On the last day (42 days) of the experiment, 4 (two male and two female) broilers from each replicates were randomly selected and slaughtered. In order to determine the effect of the treatments on carcass characteristics, these animals were weighed and cleaned, their internal organs were removed and hot carcass weights were determined. The carcasses were divided into thigh and breast sections, and the parts of the carcass and liver were weighed. The breast and thigh meat were hand-deboned after 24 h storage carcass at 4 °C. Water holding capacity (Wardlaw et al,1973), pH (AOAC, 2000), color criteria (L, a, b)(Hunt et al, 1985) and cook loss (CL) (Kondiah et al, 1985) were determined.

The experiment was designed as 2 (Mg sources) x 3 (Mg levels) factorial within a randomized complete design. The data were analyzed by using the General Linear Model procedure (GLM) in Minitab (2000). If the treatments were found to be significantly different, then Duncan's multiple range tests was used to determine the differences among treatments (Mstat-C, 1995).

Table 1. Composition of experimental diets (Starter diets, 0-3 weeks)

*Çizelge 1. Deneme rasyonlarının kompozisyonları (Başlatma rasyonları, 0-3 haftalık)*

Ingredients (%) Hammaddeler (%)	Control Kontrol	Inorganic Mg (MgSO <sub>4</sub> )		Organic Mg (Mg-proteinat)	
		0.2 %	0.4 %	0.2 %	0.4 %
Corn	51.30	47.27	44.00	50.50	48.60
Soybean meal	38.80	39.40	39.80	35.40	32.40
Vegetable oil	6.10	7.50	8.45	7.20	8.80
Limestone	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05
Dicalcium phosphate	2.10	2.20	2.10	2.10	2.10
Salt	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix <sup>1</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
L-Lysine	0.02	---	---	0.10	0.20
DL-Methionine	0.13	0.13	0.15	0.13	0.15
Inorganic Mg (MgSO <sub>4</sub> )	---	2.00	4.00	---	---
Organic Mg (Proteinat)	---	---	---	3.10	6.20
TOTAL	100	100	100	100	100
<i>Calculated Nutrients</i>					
Crude protein (%)	22.08	22.06	22.00	21.98	21.97
Metabolizable Energy (kcal/kg)	3104	3107	3098	3098	3108
Calcium (%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Available phosphorus (%)	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49
Methionine (%)	0.48	0.48	0.49	0.46	0.46
Methionine + Cystine (%)	0.85	0.84	0.85	0.79	0.78
Lysine (%)	1.31	1.30	1.30	1.29	1.29

<sup>1</sup>: Vitamin-mineral premix (per kilogram of diet): Vitamin A 15000 IU; Vitamin D<sub>3</sub> 1500 IU; Vitamin K 5 mg; Vitamin B<sub>1</sub> 3 mg; Vitamin B<sub>2</sub> 6 mg; Vitamin B<sub>6</sub> 5 mg; Vitamin B<sub>12</sub> 0,03 mg; Niacin 30 mg; Biotin 0,1 mg; calcium D-pantotenat 12.0 mg; folic acid 1.0 mg; coline chloride 400 mg; Manganese 80 mg; Iron 35 mg; Zinc 50 mg; Copper 5.0 mg; Iodine 2 mg; Cobalt 0.04 mg

Table 2. Composition of experimental diets (Grower diets, 3-6 weeks)

*Çizelge 2. Deneme rasyonlarının kompozisyonları (Büyütme rasyonları, 3-6 haftalık)*

Ingredients (%) Hammaddeler (%)	Control Kontrol	Inorganic Mg (MgSO <sub>4</sub> )		Organic Mg (Mg-proteinat)	
		0.2 %	0.4 %	0.2 %	0.4 %
Corn	56.00	51.37	47.50	53.80	51.92
Soybean meal	33.60	34.50	35.00	31.00	28.36
Vegetable oil	6.70	8.30	9.58	8.25	9.60
Limestone	1.20	1.30	1.40	1.25	1.20
Dicalcium phosphate	1.83	1.88	1.82	1.85	1.82
Salt	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Premix <sup>1</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
L-Lysine	0.02	---	---	0.10	0.20
DL-Methionine	0.10	0.10	0.15	0.10	0.15
Inorganic Mg (MgSO <sub>4</sub> )	---	2.00	4.00	---	---
Organic Mg (Proteinat)	---	---	---	3.10	6.20
TOTAL	100	100	100	100	100
<i>Calculated Nutrients</i>					
Crude protein (%)	19.99	20.06	20.01	20.00	20.01
Metabolizable Energy (kcal/kg)	3194	3203	3199	3200	3198
Calcium (%)	0.99	1.04	1.05	1.01	1.01
Available phosphorus (%)	0.44	0.45	0.44	0.44	0.44
Methionine (%)	0.42	0.42	0.44	0.42	0.43
Methionine + Cystine (%)	0.76	0.76	0.79	0.72	0.72
Lysine (%)	1.16	1.15	1.16	1.16	1.17

<sup>1</sup>: Provided (per kilogram of diet): Vitamin A 15000 IU; Vitamin D<sub>3</sub> 1500 IU; Vitamin K 5 mg; Vitamin B<sub>1</sub> 3 mg; Vitamin B<sub>2</sub> 6 mg; Vitamin B<sub>6</sub> 5 mg; Vitamin B<sub>12</sub> 0,03 mg; Niacin 30 mg; Biotin 0,1 mg; calcium D-pantotenat 12.0 mg; folic acid 1.0 mg; coline chloride 400 mg; Manganese 80 mg; Iron 35 mg; Zinc 50 mg; Copper 5.0 mg; Iodine 2 mg; Cobalt 0.04 mg

## Result and Discussion

In current study results that Mg source and sources x levels interaction had no significantly effect on BW, BWG, FI and FCR (P>0.05). While the Mg levels had a significantly effect on BW, BWG

and FI which significantly decreased with increasing Mg levels in diet (P<0.05). The group containing the highest (%0.4) Mg level that BW and BWG were lower than the other groups (Table 3).

Table 3. Effects of Mg sources and levels on body weight, body weight gain, feed intake, feed conversion ratio.

Çizelge 3. Farklı seviyelerde organik ve inorganik Mg kaynaklarının canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yem değerlendirme oranına etkisi.

Diets <i>Muameleler</i>	Body weight (g) <i>Canlı ağırlık</i>	Body weight gain (g) <i>Canlı ağırlık artışı</i>	Feed intake(g) <i>Yem tüketimi</i>	Feed conversion ratio (g:FI/g:CBWG) <i>Yem değerlendirme oranı</i>
<b>Mg sources</b> <i>Mg kaynakları</i>				
Inorganic	2562 ± 55.4	2520 ± 55.1	4307 ± 76,6	1.71 ± 0,028
Organic	2612 ± 57.4	2569 ± 57.1	4341 ± 77.0	1.70 ± 0.021
<i>P</i>	0.408	0.410	0.505	0.579
<b>Mg levels %</b> <i>Mg seviyeleri</i>				
0	2713 ± 44.0 <sup>a</sup>	2668 ± 44.0 <sup>a</sup>	4601 ± 33.2 <sup>a</sup>	1.73 ± 0.021
0.2	2662 ± 57.8 <sup>a</sup>	2620 ± 57.5 <sup>a</sup>	4386 ± 66.8 <sup>b</sup>	1.68 ± 0.025
0.4	2387 ± 54.6 <sup>b</sup>	2346 ± 54.5 <sup>b</sup>	3985 ± 20.0 <sup>c</sup>	1.71 ± 0.041
<i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.569
<b>Source*Level</b> <i>Kaynak*Seviye</i>				
Inorganic*0	2734 ± 65.8	2689 ± 66.1	4628 ± 53.8	1.72 ± 0.030
Inorganic*0.2	2556 ± 56.3	2514 ± 56.3	4292 ± 94.9	1.71 ± 0.032
Inorganic*0.4	2397 ± 102.6	2357 ± 102.5	4002 ± 28.7	1.72 ± 0.079
Organic*0	2691 ± 64.4	2646 ± 64.2	4574 ± 41.4	1.70 ± 0.033
Organic*0.2	2768 ± 79.1	2726 ± 78.4	4480 ± 81.6	1.65 ± 0.038
Organic*0.4	2378 ± 53.2	2336 ± 52.9	3968 ± 28.8	1.70 ± 0.036
<i>P</i>	0.171	0.169	0.105	0.739

a, b : Means with different minuscule in the same column are significantly different at P&lt;0.05

This groups of Mg level (%0.4) can be suppression of growth in these chicks. High doses of Mg can cause negative effects such asdiarrhea and negativities caused by the digestive system. It has been reported that diarrhea caused when diets containing 2 g/kg MgSO<sub>4</sub> (Ikarashi et al. 2011). Previous study with broilers have shown that dietary Mg supplementation of 0.255% already increased excreta moisture, although no diarrhea was observed (Hangoor et al. 2013). In the present study result that feed intake was significantly decreased by increasing Mg levels of diets. Guo et al.(2003) and Liu et al.(2007), the tested levels of Mg had a limited effect on broiler performance, although BWG and FI were linearly reduced by increasing dietary MgSO<sub>4</sub> level. Guo et al. (2003) reported that organic Mg source is better than inorganic source (MgO) in BWG and FI for 21 days in broilers (using 0.2% MgO and Mg-proteinate as organic source). However, both sources did not cause a significant difference in BWG relative to the control group. Some differences between the results of this study and the current study suggested that this may be due to the this study has been conducted for 21 days.

Main effect of Mg source had no significantly effect on carcass traits while main effect of Mg

levels had significantly effect on thigh and breast+back weights which significantly decreased with highest Mg levels in diet (P<0.05). The interactions had significantly effect on carcass, liver weight and carcass yield (P<0.05). The highest carcass weight and carcass yield were observed in group organic Mg 0.2% while the highest liver weight was group inorganic Mg 0.4% (Table 4).

Karasek et al. (2016) reported that the total Mg levels in experimental groups (1.91 g.kg<sup>-1</sup> diet and 3.21 g.kg<sup>-1</sup> diet) had a negative effect on carcass weight compared to the control group (2.21 g.kg<sup>-1</sup> Mg). This trend was noticeable in evaluation of carcass yield as well. The differences between groups were statistically non-significant (P>0.05). Mg additions to broiler diets at different sources and levels adversely affected the carcass weight. Carcass weight significantly decreased with increasing Mg levels in diet (P<0.05).

The effects of dietary Mg supplementation on broiler breast and thigh meat quality parameters according to Mg source and level are presented in Tables 5 and 6. Dietary supplementary Mg sources and levels had no significant effect on water holding capacity (WHC), cook loss (CL), pH and color criteria (L, a, b) in breast and thigh meat in broilers.

Table 4. Effects of Mg sources and levels on carcass weight, thigh weight, breast+back weight, liver weight and carcass yield.  
Çizelge 4. Farklı seviyelerde organik ve inorganik Mg kaynaklarının karkas ağırlığı, but ağırlığı, göğüs+sırt ağırlığı, karaciğer ağırlığı ve karkas randımanına etkisi

Diets Muameleler	Carcass weight (g) Karkas ağırlığı	Thigh weight (g) But ağırlığı	Breast+back weight (g) Göğüs+sırt ağırlığı	Liver weight (g) Karaciğer ağırlığı	Carcass yield (%) Karkas randımanı
<b>Mg Sources Mg Kaynakları</b>					
Inorganic	1954 ± 40.0	809.6 ± 36.47	858.6 ± 20.08	50.9 ± 1.33	76.3 ± 0.31
Organic	1977 ± 49.1	796.4 ± 22.61	887.0 ± 20.45	48.1 ± 1.15	75.7 ± 0.51
<i>P</i>	0.596	0.466	0.247	0.065	0.259
<b>Mg Levels % Mg Seviyeleri</b>					
0	2062 ± 32.3	854.0 ± 15.44 <sup>a</sup>	903.7 ± 15.43 <sup>a</sup>	47.1 ± 1.28	76.0 ± 0.52
0.2	2035 ± 46.3	837.9 ± 19.36 <sup>a</sup>	900.0 ± 23.63 <sup>a</sup>	49.9 ± 1.59	76.5 ± 0.45
0.4	1800 ± 41.0	717.2 ± 12.32 <sup>b</sup>	814.6 ± 25.00 <sup>b</sup>	51.5 ± 1.61	75.4 ± 0.58
<i>P</i>	0.000	0.000	0.008	0.069	0.329
<b>Source*Level Kaynak*Seviye</b>					
Inorganic*0	2081 ± 45.3 <sup>ab</sup>	872.0 ± 19.28	905.7 ± 25.37	49.2 ± 1.92 <sup>bc</sup>	76.1 ± 0.41 <sup>ab</sup>
Inorganic*0.2	1942 ± 47.2 <sup>bc</sup>	818.5 ± 24.74	850.3 ± 21.68	48.2 ± 2.19 <sup>bc</sup>	76.0 ± 0.76 <sup>ab</sup>
Inorganic*0.4	1839 ± 73.6 <sup>cd</sup>	738.5 ± 19.11	819.9 ± 46.62	55.3 ± 1.67 <sup>a</sup>	76.7 ± 0.43 <sup>a</sup>
Organic*0	2042 ± 49.5 <sup>ab</sup>	836.1 ± 23.23	901.8 ± 20.62	45.0 ± 1.19 <sup>c</sup>	75.9 ± 1.03 <sup>ab</sup>
Organic*0.2	2127 ± 56.0 <sup>a</sup>	857.4 ± 29.75	949.7 ± 28.39	51.6 ± 2.28 <sup>ab</sup>	76.9 ± 0.48 <sup>a</sup>
Organic*0.4	1761 ± 37.4 <sup>d</sup>	695.8 ± 9.50	809.4 ± 24.86	47.7 ± 1.31 <sup>bc</sup>	74.1 ± 0.69 <sup>b</sup>
<i>P</i>	0.042	0.139	0.131	0.018	0.041

a, b, c, d : Means with different minuscule in the same column are significantly different at  $P < 0.05$

Table 5. Effects of Mg sources and levels on breast and thigh meat water holding capacity (WHC), cook loss (CL) and pH.  
Çizelge 5. Farklı seviyelerde organik ve inorganik Mg kaynaklarının göğüs ve but etinin su tutma kapasitesi, pişirme kaybı ve pH özelliklerine etkisi

Diets Muameleler	Water holding capacity (%) Su tutma kapasitesi		Cook loss (%) Pişirme kaybı		pH	
	Thigh But	Breast Göğüs	Thigh But	Breast Göğüs	Thigh But	Breast Göğüs
<b>Mg Sources Mg Kaynakları</b>						
Inorganic	15.42 ± 1.598	10.00 ± 0.336	11.41 ± 0.760	6.82 ± 0.524	5.76 ± 0.034	5.61 ± 0.026
Organic	11.67 ± 1.711	12.08 ± 1.289	12.57 ± 0.716	6.36 ± 0.494	5.72 ± 0.024	5.56 ± 0.022
<i>P</i>	0.141	0.292	0.288	0.542	0.374	0.100
<b>Mg Levels % Mg Seviyeleri</b>						
0	13.75 ± 2.041	12.50 ± 1.864	12.67 ± 0.764	7.28 ± 0.476	5.71 ± 0.041	5.54 ± 0.030
0.2	13.13 ± 2.175	10.63 ± 1.334	11.21 ± 0.895	6.33 ± 0.603	5.76 ± 0.039	5.60 ± 0.031
0.4	13.75 ± 2.244	10.00 ± 1.667	12.09 ± 1.073	6.17 ± 0.747	5.75 ± 0.029	5.62 ± 0.027
<i>P</i>	0.972	0.554	0.540	0.436	0.624	0.152
<b>Source*Level Kaynak*Seviye</b>						
Inorganic*0	13.75 ± 2.338	11.25 ± 3.062	12.85 ± 0.973	7.59 ± 0.614	5.73 ± 0.070	5.54 ± 0.050
Inorganic*0.2	16.25 ± 3.187	8.75 ± 1.531	9.86 ± 1.167	6.77 ± 0.709	5.76 ± 0.070	5.64 ± 0.049
Inorganic*0.4	16.25 ± 3.187	10.00 ± 2.500	11.50 ± 1.624	6.12 ± 1.315	5.80 ± 0.043	5.66 ± 0.019
Organic*0	13.75 ± 3.644	13.75 ± 2.338	12.49 ± 1.290	6.97 ± 0.772	5.70 ± 0.049	5.54 ± 0.040
Organic*0.2	10.00 ± 2.500	12.50 ± 1.976	12.55 ± 1.158	5.88 ± 1.018	5.76 ± 0.045	5.55 ± 0.034
Organic*0.4	11.25 ± 3.062	10.00 ± 2.500	12.68 ± 1.539	6.23 ± 0.881	5.70 ± 0.029	5.58 ± 0.046
<i>P</i>	0.557	0.725	0.518	0.853	0.655	0.538

Table 6. Effects of Mg sources and levels on thigh and breast meat colour criteria (L, a, b).

Çizelge 6. Farklı seviyelerde organik ve inorganik Mg kaynaklarının göğüs ve but etinin renk özelliklerine etkisi (L, a, b)

Diets <i>Muameleler</i>	Thigh <i>But</i>			Breast <i>Göğüs</i>		
	L	a	b	L	a	b
<b>Mg Sources</b> <i>Mg Kaynakları</i>						
Inorganic	52.81 ± 0.620	5.32 ± 0.238	2.64 ± 0.420	50.07 ± 0.760	4.48 ± 0.274	1.25 ± 0.175
Organic	54.41 ± 0.435	4.66 ± 0.251	2.45 ± 0.347	50.83 ± 0.735	3.86 ± 0.215	1.17 ± 0.177
<i>P</i>	0.057	0.064	0.746	0.463	0.106	0.734
<b>Mg Levels, %</b> <i>Mg Seviyeleri</i>						
0	54.17 ± 0.979	4.68 ± 0.313	3.07 ± 0.452	51.17 ± 0.892	4.08 ± 0.389	1.34 ± 0.224
0.2	53.38 ± 0.600	5.08 ± 0.341	2.29 ± 0.471	51.30 ± 1.047	4.30 ± 0.274	1.36 ± 0.204
0.4	53.28 ± 0.423	5.21 ± 0.293	2.28 ± 0.472	48.89 ± 0.597	4.12 ± 0.292	0.92 ± 0.198
<i>P</i>	0.610	0.436	0.436	0.119	0.879	0.267
<b>Source*Level</b> <i>Kaynak*Seviye</i>						
Inorganic*0	53.58 ± 1.712	4.98 ± 0.317	3.23 ± 0.741	51.42 ± 1.480	4.38 ± 0.670	1.32 ± 0.393
Inorganic*0.2	52.59 ± 0.871	5.77 ± 0.333	2.18 ± 0.846	50.95 ± 1.208	4.80 ± 0.320	1.19 ± 0.323
Inorganic*0.4	52.26 ± 0.328	5.21 ± 0.549	2.50 ± 0.661	47.83 ± 0.713	4.25 ± 0.440	1.23 ± 0.246
Organic*0	54.76 ± 1.098	4.38 ± 0.542	2.90 ± 0.597	50.91 ± 1.164	3.78 ± 0.431	1.35 ± 0.268
Organic*0.2	54.17 ± 0.742	4.38 ± 0.410	2.39 ± 0.526	51.65 ± 1.848	3.79 ± 0.332	1.54 ± 0.262
Organic*0.4	54.29 ± 0.427	5.21 ± 0.291	2.06 ± 0.737	49.95 ± 0.735	4.00 ± 0.426	0.61 ± 0.260
<i>P</i>	0.910	0.270	0.879	0.584	0.708	0.265

Norouzi et al. (2014) reported that Mg supplementation of broiler diets at 0.03% and 0.06% levels did not cause a significant pH change, L and a values in thigh meat. Guo et al. (2003) found that different Mg sources (oxides and proteinate) and levels of Mg addition did not cause a significant difference in pH at thigh meat of broilers. The effects of supplemental Mg may not always be comprehensible because the requirement for this element has been already covered by the basal diet.

## Conclusions

As a result, considering that there is no difference performance, carcass traits and meat quality between the organic and inorganic Mg sources in the broiler diets. Also dietary level of 0.4% Mg negatively influenced performance and carcass traits. It can be said that the dietary Mg level should not exceed 0.2%.

## Acknowledgement

This Project was supported by a grant from the Scientific Project (BAP) (Project number:

13401002) coordinating Office of Selçuk University, Turkey. The summary of this article is presented orally at Balnimalcon 2017.

## References

- Almquist, H.J. (1942). Magnesium requirement of the chicks. *Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 49,544-545.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th. Ed., AOAC International Suite 500, 481 North Frederick Avenue Gaithersburg, Maryland 20877-2417,USA.
- Bird, F.H. (1949). Magnesium deficiency in the chick. 1. Clinical and neuropathological findings. *Journal of Nutrition*, 39,12-30.
- Caudray, C., Rambeau, M., Feillet-Coudray, C., Gueux, E., Tressol, J.C., Mazur, A., Rayssiguier, Y.(2005). Study of magnesium bioavailability from ten organic and inorganic Mg salts in Mg-depleted rats using a stable isotope approach. *Magnesium Research*, 18, 215-223.
- Cox, A.C.and Sell, J.L. (1967).Magnesium deficiency in the laying hen. *Poultry Science*, 46, 675-680.
- Çetin, M , Göçmen, M . (2013). Kanatlı Hayvanların Beslenmesinde Antibiyotiklere Alternatif Olarak Kekik (Thyme) Kullanmanın Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 17 (3), 35-40.
- Gaal, K.K., Safar, O., Gulyas, L.B., Stadler, P. (2004). Magnesium in animal nutrition. *The Journal of the American College of Nutrition*, 23, 754-757.
- Gardiner, E.E., Rogler, J.C. and Parker, H.E. (1960). Magnesium requirement of the chicks. *Poultry Science*, 39, 1111-1115.

- Guo, Y., Zhang, G., Yuan, J., Nie, W., 2003. Effects of source and level of magnesium and vitamin E on prevention of hepatic peroxidation and oxidative deterioration of broiler meat. *Animal Feed Science and Technology*, 107,143-150.
- Hunt M. C., Acton, J. C., Benedict, R. C., Calkins, C. R., Cornforth, D. P., Jeremiah, L.E., Olson, D.P., Salm, C.P., Savell, J.W., Shivas, S. D., 1991. Guidelines for meat color evaluation. Chicago: American Meat Sci. Assoc. and National Live Stock and Meat Board.
- Ikarashi, N., Ushiki, T., Mochizuki, T., Toda, T., Kudo, T., Baba, K., Ishii, M., Ito, K., Ochiai, W., Sugiyama, K., 2011. Effects of magnesium sulfate administration on aquaporin 3 in rat gastrointestinal tract. *Biol. Pharm. Bull.*,34, 238-242.
- Karasek, F., Stenclova, H., Stastnik, O., Mrkvicova, E., Pavlata, L., Zeman, L. (2016). The effect of various dietary magnesium levels on growth performance and carcass yield of broiler chickens. *Mendel Net* , 225-229.
- Kondaiah N., Anjeneyulu, A.S. R., Kesava, R. V., Sharma, N. and Joshi, H. B. (1985). Effect of salt and phosphate on the quality of buffalo and goat meats. *Meat Science*, 15, 183-192.
- Lee, S.R., Britton, W.M.(1980). Magnesium toxicity: effect on phosphorus utilization by broiler chicks. *Poultry Science*, 59, 1989-1994.
- Liu, Y.X., Guo, Y.M., Wang, Z., Nie, W. (2007). Effects of source and level of magnesium on catalase activity and its gene expression in livers of broiler chickens. *Arch. Anim. Nutr*, 61, 292-300.
- Minitab (2000). *Minitab Reference Manual (release 13.0)* Minitab Inc. State College. Pennsylvania, USA.
- Mstat C. (1980). *Mstat User's guide: statistics (version 5)*. Michigan State University. Michigan, USA.
- Norouzi, E., Daneshyar, M., Farhoomand, P., Aliakbarlu, J., Hamian, F. (2014). Effect of zinc acetate and magnesium sulfate dietary supplementation on broiler thigh meat colour, nutrient composition and lipid peroxidation values under continuous heat stress condition. *Ann. Anim. Sci.*, 2, 353-363.
- NRC (1994). *Nutrient requirement of poultry*. (National Research Council). *Ninth Revised Edition*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Pointillart, A. (1989). Effect of moderate calcium overload on magnesium metabolism in growing pigs receiving normal magnesium intakes. *Magnesium Research*, 2, 249-252.
- Sahin, N., Orderci, M., Sahin, K., Cikim, G., Kucuk, O. (2005). Magnesium proteinate is more protective than magnesium oxide in heat-stressed quail. *Journal of Nutrition*, 135, 1732-1737.
- Saris, N.E.L., Mervaala, E., Karppanen, H., Khawaja, J.A., Lewnstan, A. (2000). Magnesium an update on physiological, clinical and analytical aspects. *Clin. Chim. Acta.*,294, 1-26.
- Suttle, N.F. (2010). *Mineral Nutrition of Livestock. Magnesium*, 92-121, 4<sup>th</sup> ed. CABI Pub, UK
- Thielscher, H.H. (1990). Zum calcium und magnesium gehalt im blut-plasma von schweinen unterschiedlicher konstitution. *Tierarztliche Umschau*, 45, 486.
- Van-Reen, R. and Pearson, P.B. (1953). Magnesium deficiency in the duck. *Journal of Nutrition*, 51,191-203.
- Van Der Hoeven-Hangoor, E., Van De Linde, I.B., Paton, N.D. Verstegen, M.W.A., Hendriks, W.H. (2013). Effect of different magnesium sources on digesta and excreta moisture content and production performance in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(2), 382-391.
- Wardlaw F. R., Mc. Caskil L. H., Acton, J. C. (1973). Effects of post-mortem changes on poultry meat loaf properties. *J. Food Sci.*, 38, 421-423.
- Yang, Y., Gao, M., Nie, W., Yuan, J., Zhang, B., Wang, Z., Wu, Z. (2012). Dietary magnesium sulfate supplementation protects heat stress-induced oxidative damage by restoring the activities of antioxidative enzymes in broilers. *Biological Trace Element Research*, 146, 53-58.



# Yüzey ve yüzeyaltı damla sulamanın toprakta nem değişimi ve toprak su tansiyonuna etkisi

## Effects of surface and subsurface drip irrigation on soil water moisture variation and soil-water tension

Öner ÇETİN<sup>1\*</sup>, Neşe ÜZEN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Diyarbakır

### To cite this article:

Çetin, Ö. & Üzen, N. (2018). Yüzey ve yüzeyaltı damla sulamanın toprakta nem değişimi ve toprak su tansiyonuna etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 461-470. DOI: 10.29050/harranziraat.442314

### Address for Correspondence:

Öner ÇETİN

e-mail:

oner\_cetin@yahoo.com

### Received Date:

10.07.2018

### Accepted Date:

28.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Bu araştırma, pamukta yüzey damla (YD) ve yüzeyaltı damla (YAD) sulamada, bitkinin günlük FAO-Penman-Monteith (PM) yöntemine göre tahmin edilen su tüketimine dayalı sulama uygulamalarına göre, farklı toprak derinliklerine yerleştirilen tansiyometrelerin sulama zamanının ve eşik toprak su tansiyon değerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Deneme 2016 ve 2017 yılında Diyarbakır ilinde yürütülmüştür. YD ve 40 cm derinlikteki YAD sulamada PM yöntemine göre günlük bitkinin tahmin edilen su tüketiminin tamamının sulama suyu olarak uygulandığı parsellerde 15 ve 45 derinliğe yerleştirilen tansiyometrelerde sulama öncesi ve sonrası her 5 günde bir okumalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, YD sulamada, eğer tansiyometre 15 cm derinliğe yerleştirilirse 55 cb, 45 cm derinliğe yerleştirilirse 47 cb olduğunda sulama zamanının geldiği ve sulamanın yapılması gerektiği tespit edilmiştir. YAD sulamada ise, eğer tansiyometre 15 cm derinliğe yerleştirilirse 52 cb, 45 cm derinliğe yerleştirilirse 45 cb olduğunda sulama zamanının geldiği ve sulamanın yapılması gerektiği söylenebilir. Her iki sulama yönteminde de tüketilmesine izin verilen su düzeyinin yaklaşık % 40 olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Damla sulama, Matrik potansiyel, Pamuk, Sulama zamanı, Tansiyometre

### ABSTRACT

This study was carried out to determine irrigation time and the threshold value of soil-water tension using tensiometers placed into the different soil depths at surface drip (SDI) and subsurface drip irrigation (SSDI) systems for cotton. The irrigation was scheduled according to the real water evapotranspiration of plants based on FAO-Penman-Monteith (PM) method. The experiment was performed in cotton growing seasons of 2016 and 2017. The values of tension were read for each 5 days before and after irrigation at the tensiometers placed into the soil depth of 15 and 45 cm for SDI and SSDI placed into the soil depth of 40 cm. The values of tensiometers could be considered to be 55 and 47 cb in the soil depths of 15 and 45 cm for irrigation time and SDI, respectively. In SSDI, the irrigation time should be considered to be 52 and 45 cb of tensiometer readings for the soil depths of 15 and 45 cm, respectively. In addition, management allowed deficit in both drip irrigation systems, SDI and SSDI, was determined to be 40 %.

**Key Words:** Cotton, Drip irrigation, Irrigation time, Matric potential, Tensiometer

### Giriş

Pamuk önemli bir endüstri bitkisi olup, bu araştırma projesinin yapıldığı Güneydoğu Anadolu

Bölgesi'nde ülkemiz pamuk üretiminin % 50'sinden fazlası üretilmektedir. Bunun yanında pamuk bölgede en fazla su kullanan/tüketen bitkilerin başında gelmektedir. Geleneksel yüzey

sulamaya göre, önceden yapılan araştırmalarda damla sulama % 30-40 arasında sulama suyunda tasarruf sağlayabilmektedir (Çetin ve Bilgel, 2002). Bu nedenle devletin sağladığı teşviklerin de etkisi ile pamuk gibi sıra bitkisinde damla sulama sistemlerinin kullanımı hızla yaygınlaşmaya başlamıştır.

Ülkemizde sulu tarımın yaygınlaşması su kaynaklarına olan talebi arttırmıştır (Tarı ve ark., 2013). Bu nedenle yetersiz olan su kaynaklarımızın etkin kullanımı için modern sulama sistemlerinin kullanılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Modern sulama sistemlerinden olan damla sulama yöntemlerinin, su ve besin elementi kullanım etkinliğinin yüksek olması, verim ve kalitede artış sağlaması, sulama suyunun kontrollü uygulanarak derine sızma kayıplarının en aza indirerek, toplam sulama suyu ihtiyacının azaltılması gibi önemli avantajları bulunmaktadır (Ayars ve ark., 1999). Pamuk veriminin damla sulama ile artış gösterdiği farklı araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Smith ve ark., 1991; Ayars ve ark., 1998; Cetin ve Bilgel, 2002; Martinez ve Reca, 2014).

Önemli düzeyde sulama suyu tasarrufu sağlayan yüzey damla (YD) ve yüzeyaltı damla (YAD) sulama sistemleri modern sulama sistemleri olarak da adlandırılmaktadır. Bu sistemlerin kullanımı geleneksel yüzey sulama sistemlerine göre karmaşık ve bu nedenle daha fazla bilgi ve deneyim gerektirmektedir. Bu nedenle, yaygınlaşmaya başlayan damla sulama sistemlerinde, uygulanacak sulama suyunun uygulama miktar ve kriterleri yanında sulama zamanının doğru tespiti, YD ve YAD sulama sistemleri için son derece önemli olacaktır.

Sulama zamanının tespitinde farklı yol ve yöntemler vardır. Topraktaki suyun tutulma enerjisinin bir göstergesi olan, belli bir miktar su içeren topraktaki suyun ne kadar bir kuvvetle tutulduğunu veya bu suyu ekstrakte edebilmek için ne kadar enerji gerektiğini gösteren toprak nem tansiyonu sulama zamanının tespitinde kullanılan pratik ve yaygın yollardan birisidir.

Tansiyometreler, özellikle suya doymamış koşullarda, toplam toprak suyu özgül enerjisinin

temel bir ögesi olan “basınç enerjisi”ni ölçmekte kullanılır. Suyla doymamış koşullarda toprak suyu basınç enerjisi negatif olup, çoğu kez “tansiyon” olarak adlandırılır. Bu nedenle, toprakta matrik potansiyelin doğrudan ölçümü çoğu zaman tansiyometre ile yapılmaktadır. Doymun olmayan koşullarda, toprak suyu potansiyel kavramı ve bunun bileşenleri ile ilgili olarak, çok sayıda terim kullanılmaktadır. Genellikle “matrik potansiyel” ya da “kapillar basınç” olarak adlandırılır. Tansiyometreler toprakta mevcut suyun denge haline gelmiş olduğu tansiyonu ölçer. Bu nedenle, “toprak su potansiyeli”, “matrik potansiyel”, “kapillar basınç”, “hidrolik yük” gibi kavramlar tansiyometre ile ölçülen aynı değeri yansıtmaktadır (Çetin, 2003)

Tansiyometrenin en önemli avantajı hem kapillar basıncı ölçebilmesi ve hem de bilinen bir toprak su karakteristik eğrisi kullanılarak toprak su içeriği hakkında bilgi edinilebilmesidir. Tarım kültürünün ileri olduğu ülkelerde, çoğu zaman hem sulama zamanı hem de toprak su içeriğini tespit etmek için tansiyometreler sıklıkla kullanılmaktadır. Tansiyometreler genellikle bitkilerin stres altında ve su taleplerinin karşılanamadığında toprak su basınç potansiyelini tespit ederek, sulama zamanının bir göstergesi olarak kullanılır. Bu şekilde tansiyometrede bir eşik değeri göz önüne alınarak, sulama başlangıcı tespit edilir.

Sulama programlaması için tansiyometreler iki şekilde kullanılabilir (Çetin, 2003). Birincisi, tansiyometre okuması, stres koşullarını ne zaman gösterirse (eşik okuma değeri) o zaman sabit bir sulama suyu miktarını uygulamak (değişen sulama aralığı, sabit sulama suyu miktarı); ikincisi ise, sabit aralıkla sulama yapmak, tansiyometre okumalarına göre değişen miktarları uygulamak (sabit sulama aralığı değişen sulama suyu miktarı). Birinci yolda önceden belirlenen ya da bilinen ve her bitkiye özgü bir “eşik değeri”ne göre sulama yapılır. Sulama, tansiyometre okuma değeri bu eşik değeri gösterdiği zaman yapılır. Uygulanacak sulama suyu miktarı ise, tarla kapasitesi ile ilgili olarak hesaplanarak tespit edilir. Bu durumda eşik kapillar yük için düşük tansiyon, her okumada



nispi olarak az miktarlarda ve sık aralıkla sulama yapılır.

Ege Bölgesinde, pamuk sulama programlaması için karık sulama ile yapılan çalışmada, tın bünyedeki topraklar için, tansiyometrelerin toprağın 30 cm derinliğine yerleştirilmesinin daha uygun olduğu ve tansiyometre göstergesi 60-70 cb olduğunda sulamanın başlaması gerektiği sonucuna varılmıştır (Şener, 1985). Benzer bir çalışma Şanlıurfa Harran Ovası'nda yapılmıştır. Buna göre, tansiyometrelerin pamuk sulama zamanını tespit etmek için kil bünyeli topraklarda, toprağın 30 ya da 45 cm derinliğine yerleştirilebileceği, ancak tansiyometre göstergelerinin 30 cm derinlik için 60-65 cb, 45 cm derinlik için ise 55-60 cb olduğunda sulama zamanı en uygun toprak su potansiyeli basınç değeri olduğu belirtilmiştir (Çetin, 1997).

Bu araştırma, pamukta YD ve YAD sulamada, bitkinin günlük FAO-Penman-Monteith yöntemine göre tahmin edilen su tüketimine dayalı sulama uygulamaları için, farklı toprak derinliklerine yerleştirilen tansiyometrelerin sulama zamanının ve eşik tansiyon değerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır.

## Materyal ve Metot

### Deneme yerinin özellikleri

Deneme yeri toprakları, düz ve düze yakın eğimli, ABC profilli zonal toprak grubuna girmektedir. Topraklar, tuzluluk ve drenaj sorunu olmayan, potasyum ve kireç yönünden zengin, hafif alkali, fosfor ve organik madde içeriği ise düşüktür. Kil içeriği oldukça yüksek (% 65) kil bünye sınıfına girmektedir (Çizelge 1).

Denemenin yürütüldüğü Diyarbakır ilinde, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı bir iklim hâkimdir. Yıllık ortalama yağış miktarı 491 mm olup, bunun genellikle büyük bir kısmı kış aylarında ve erken ilkbaharda meydana gelmektedir. Yıllık ortalama minimum, ortalama maksimum ve ortalama sıcaklıklar sırasıyla 8.8, 22.5 ve 15.8 °C dir.

Uzun yıllar meteorolojik verilere göre ilk donlar, Ekim ayı sonunda, son donlar ise Nisan ayı sonunda görülmektedir. Ortalama oransal nem % 54 olup, aylık oransal nem ortalamaları Temmuz ve Ağustos aylarında % 20'lere kadar düşmekte olup, Aralık ve Ocak aylarında ise % 77 civarında olmaktadır.

Çizelge 1. Deneme yeri topraklarının bazı özellikleri

Table 1. Some properties of soil in the experimental site

Toprak derinliği Soil Depth (cm)	pH	P (ppm)	K (ppm)	Org. Mad. Organic matter (%)	Kireç Lime (%)	EC (dS m <sup>-1</sup> )	Toprak bünyesi (Soil texture)				Tarla Kap. Field capacity (g 100-g)	Solma noktası Wilting point (g 100-g)	Hac. Ağ. Bulk density (g cm <sup>-3</sup> )
							Kum Sand (%)	Silt Silt (%)	Kil Clay (%)	Bünye sınıfı Texture class			
0-30	7.67	8.8	561	1.77	10.6	0.48	17.8	18.7	63.4	C	39.7	28.2	1.19
30-60	7.75	2.2	429	1.32	11.0	0.37	15.8	18.7	65.4	C	44.6	30.3	1.25
60-90	7.77	2.2	422	1.23	12.1	0.42	17.8	18.7	63.4	C	43.6	29.8	1.27

Deneme yeri toprağının tarla kapasitesi 309.0 mm 60 cm<sup>-1</sup>, 475.1 mm 90 cm<sup>-1</sup>, solma noktası ise 214.3 mm 60 cm<sup>-1</sup>, 327.8 mm 90 cm<sup>-1</sup> olup, toprak su tutma kapasitesi ise, 94.7 mm 60 cm<sup>-1</sup> ve 147.3 mm 90 cm<sup>-1</sup> dir.

### Deneme yöntemi ve konular

Araştırmada Stoneville-468 (ST 468) pamuk çeşidi kullanılmıştır (Harem, 2010). Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak

yürütülmüştür. Ana konularda farklı damla sulama sistemleri, alt konularda ise FAO-56 Penman-Monteith (PM) yöntemine göre tahmin edilen referans bitki su tüketimine dayalı farklı sulama suyu düzeyleri yer almıştır. Buna göre, bitki Kc yaklaşımı (Allen vd., 1998) ile de sulama suyu hesaplanmış ve kullanılmıştır. Deneme konuları Çizelge 2'de verilmiştir.

Aşağıda verilen denemede yer alan tüm konularda tansiyometre okumaları yapılmamıştır. Özellikle önerilebilir durumda bulunan bitki su

tüketiminin tamamının uygulandığı ( $K_2=1.0 \times ETC$ ) ile YD ve YAD sulama sistemlerinin karşılaştırılması amacıyla  $I_1$  ve  $I_3$  konuları tartışılmıştır.

Çizelge 2’de verildiği üzere, denemede YD ve YAD sulama sistemleri yer almış olup, YAD sulama sistemi deneme konularına bağlı olarak 30 ve 40 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Damlatıcı debisi  $2.2 \text{ L ha}^{-1}$  olarak uygulanmıştır.

Deneme konularına göre parsel alanı:  $4.2 \times 8.0 \text{ m} = 33.6 \text{ m}^2$  (Toplam 6 sıra ve her 2 sraya 1 lateral). Bitki sıra aralığı 0.7 m olup, her bir lateral 2 bitki sıra arasındadır ve böylece lateral aralığı 1.40 m olmuştur.

Çizelge 2. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre uygulanan deneme konuları  
Table 2. Experimental treatments according to the split plots in randomized blocks

Ana konular Main topics Damla sulama sistemleri Drip irrigation systems	Alt konular sub-topics Sulama suyu Irrigation water
$I_1$ : Yüzeysel damla (Surface drip)	$K_1$ : FAO-56 –PM’e göre hesaplanan su tüketiminin (ETC)’nin 1.25 katı sulama suyu olarak uygulamak
$I_2$ : Yüzeysel damla, (30 cm derinlikte) (Subsurface drip), (Soil depth is 30 cm)	$K_2$ : ETC’nin 1.00 katını sulama suyu olarak uygulamak
$I_3$ : Yüzeysel damla, (40 cm derinlikte) (Sub-surface drip), (Soil depth is 40 cm)	$K_3$ : ETC’nin 0.75 katını sulama suyu olarak uygulamak

İlk sulamaya, 0-90 cm toprak derinliğindeki elverişli nem düzeyi % 40’a düştüğünde başlanmıştır ve toprağın 0-60 cm derinliği sistemle tüm parsellerde eşit olarak tarla kapasitesine getirilmiştir. Bundan sonra da sulama aralığı esas alınarak (5 gün) konuların uygulanmasına başlanmıştır. Sulama suyu hesabında, ilk sulamaya başlandığında örtü yüzdesi % 35’in altında olduğundan, örtü yüzdesi değeri % 35 olarak alınmıştır. Örtü yüzdesi değerleri % 35’i geçtiğinde ise gerçek ölçülen değerler kullanılmıştır (Keller ve Bliesner, 1990). Örtü yüzdesi değerleri, her sulama öncesi önceden seçilen aynı 5 bitkide ölçümler sonucu hesaplanmıştır. Bunun için bitki taç gelişimi ekim aralığına (bitki sıra aralığı, 70 cm) bölünerek bulunmuştur.

Sulamalar, denemenin ilk yılında (2016) sulama 17 Haziran, ikinci yılında (2017) ise 13 Haziran tarihinde başlamış ve deneme konularına bağlı olarak sırasıyla 5 ve 6 Eylül tarihinde ise bitirilmiştir. Ayrıca, fertigasyon uygulamalarına da başlanmıştır. PM yöntemine göre tahmin edilen bitki su tüketim değerleri sulama konularına göre gerekli düzeltme (hesaplama) yapılarak bir önceki su sayacı okuma değerlerine eklenerek, sulamaya son verilecek olan saat ve sayaç değerleri hesaplanmıştır.

#### *Diğer tarımsal uygulamalar ve ölçümler*

Deneme konularını oluşturan YAD sulama sisteminin toprak altına yerleştirilmesi ve ideal toprak tavinin sağlanması için ekim tarihinden önce toprak işlemleri yapılmış ve kazı işlemlerine başlanmıştır. Aynı günlerde deneme alanı sınırları belirlenmiş ayrıca 20-20-0 kompoze taban gübre uygulaması yapılmıştır.

Toprak nemini hacim yüzdesi olarak ölçen nem sensörleri toprağın 0-90 cm derinliğindeki nem düzeyini izlemek için; toprağın 15, 45 ve 75 cm derinliklerine yerleştirilmiştir.

Denemede kullanılan pamuk tohumları çimlenmeyi kolaylaştırmak için 1 gün önceden suda bekletilerek ıslatılmıştır. Aynı gün akşam saatlerinde tohum ekimi (Stonville-468 çeşidi ile) yapılmıştır. Deneme arazisinde mevcut nem içeriğini bulmak için yerleştirilen toprak nem sensörleri sulamadan hemen önce okunmuş ve zaman zaman gravimetrik toprak örnekleri alınmıştır.

Ekimler her iki yılda da Mayıs ayının başında yapılmış, ekim ayının başında hasat elle yapılmıştır.

Azotlu gübre  $130 \text{ kg N/ha}$ , fosforlu gübre  $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  olarak eşit dozlar halinde fertigasyonla uygulanmıştır (Özer ve Dağdeviren, 1986; Özer, 1992; Karademir ve ark., 2005). Fertigasyon her 2 sulamada bir (10 günde bir) uygulanmıştır (Çetin ve ark., 2013). Azotlu ve fosforlu gübrenin 1/5 oranları ekimle birlikte doğrudan toprağa kalını ise ilk sulama ile başlayıp, koza olum dönemine kadar fertigasyon yöntemi ile uygulanmıştır. Buna göre ekimle birlikte toplam uygulanacak net azot

ihtiyacının 1/5'i 20-20-0 ekimle birlikte doğrudan toprağa uygulanmıştır. Kalanı ise deneme konularına göre, 19-5-5-Mikro elementler içeren ticari toz (Compo Basaplant Blue) gübre fertigasyon tekniği ile uygulanmıştır.

#### *Tansiyometre okumaları ve toprak nem ölçümü*

YD ve YAD sulama sistemlerinde sulama suyu olarak da PM yöntemine göre tahmin edilen bitki su tüketimi kadar sulama suyunun ( $I=1.0 \times ET_c$ ) uygulandığı parsellerde 15 ve 45 cm toprak derinliklere tansiyometreler yerleştirilmiştir. Tansiyometreler lateralın yaklaşık 10 cm yakınına yerleştirilmiş olup, geçirgen uç (seramik uç) hava almayacak şekilde toprakla teması sağlanmıştır. Tansiyometre rezervuarında eksilen su, saf su ile yeniden doldurulmuştur. Tansiyometre okumalar her sulama öncesi (5 günde bir) günün aynı saatinde (10.00) yapılmıştır.

Deneme yıllarında her sulama konusu için sulama öncesi toprak nem ölçümleri toprak nem sensörleri FDR (Decagon) yöntemi ile 0-30, 30-60 ve 60-90 cm toprak derinliklerinde yapılmıştır. Sulama bölümünde açıklandığı üzere ilk sulamada 0-60 cm katmanını tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu verilmiştir. Deneme yeri toprakları ağır kil bünyeli (% 65'den fazla kil), sıkışan ve çatlayan özellik göstermesinden dolayı nem sensörleri sağlıklı çalışmamıştır. Bu nedenle zaman zaman gravimetrik örnekleme yapılmıştır.

#### **Bulgular ve Tartışma**

##### *Toprakta nem değişimi*

Uygulanan sulama suyunun deneme konularına göre toprak içindeki nem düzeyi ve tarla kapasitesi ve elverişli nem düzeyi yönünden yeterlilikleri incelendiğinde, sulama öncesi toprak nem ölçümlerinin genel olarak elverişli kapasitenin % 60 düzeyinde olduğu, başka bir anlatımla tüketilmesine izin verilen su düzeyinin yaklaşık % 40 olduğu görülecektir (Şekil 1 ve 2). Aynı araştırma bölgesinde yüzey sulama (karık) için sulamaların elverişli kapasitenin % 30'a düştüğünde yapılması gerektiği bildirilmiştir (Kara ve Gündüz, 1998). Ancak bu yüzey sulama olduğu

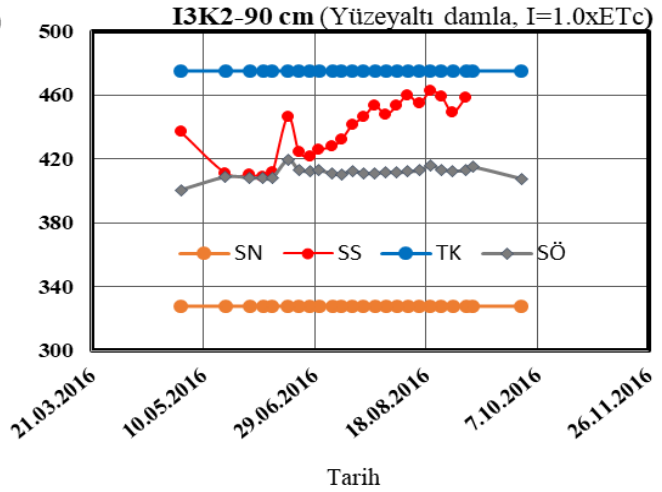
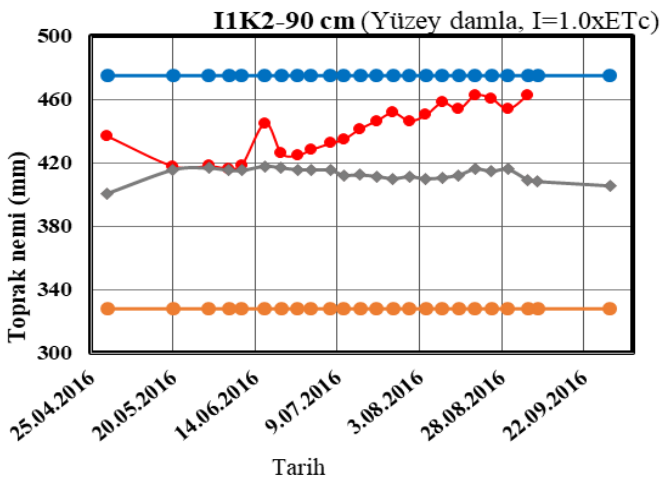
için damla sulama yönteminde sulama zamanı için bir geçerliliği olmayacaktır. Bu araştırma sonuçlarına göre, sulama periyodu boyunca ardıl sulamalarda (5 günde bir) sulama öncesi toprak elverişli nem düzeyinin yaklaşık % 60 (Şekil 2 ve 3) olduğu, başka bir ifade ile tüketilmesine izin verilen su düzeyinin (MAD) yaklaşık % 40 olduğunda sulamanın yapılması gerektiği söylenebilir. Şekil 1 ve 2'de deneme yıllarına ait toprak nem içerikleri sulama öncesi ve sonrası olmak üzere verilmiştir. Sulamadan 1 gün sonra yapılan ölçümlerde ise, her 2 deneme yılında da sulama periyodu başlangıcında, ya da bitkinin vejetatif gelişim döneminde sulama sonrası toprak nem içeriğinin sonraki dönemlere göre düşük olduğu (tarla kapasitesinin altında) görülecektir. Bunun nedenleri ise, bitki örtüsü henüz tam gelişmediği için deneme gereği daha düşük düzeyde sulama suyu verilmesi yanında, gölgelenen alanın da azlığı dikkate alındığında topraktan olan buharlaşmanın fazlalığı sayılabilir. Sonraki dönemlerde ise, sulama sonrası toprak nemi 2016 yılında tarla kapasitesi düzeyine yakın, 2017 yılında ise bazı sulamalarda ise tarla kapasitesinin biraz üzerinde olduğu görülecektir. Bunun nedeni, ölçümlerin sulamadan hemen 1 (bir) gün sonra olması ve 0-60 cm toprak katmanında sulama suyunun birikmesi olabilir. Ayrıca, bitki örtü yüzdesinin 2017 yılında bitki gelişimine bağlı olarak daha fazla olması, iklim parametrelerinin nispi olarak farklı olması ve bunun hesaplanan sulama suyunu artırıcı etkide olması, yani nispi olarak bazı sulamalarda daha fazla sulama suyu uygulanması da neden olarak gösterilebilir. Bunun dışında deneme yerinin kil içeriğinin oldukça yüksek olması, denemenin ikinci yılında arazi üzerindeki trafik nedeniyle sıkışma (kompaktlaşma) ve özellikle üst katmanlarda (0-60 cm) sulama suyunun fazla birikmesi de bunda rol oynamış olabilir. Bu durumlar sulamanın hemen 1 gün sonrası olduğu için yerçekimi ve kapilarite ile mevcut su toprak içinde ilerleyen günlerde alt katmanlara hareket ettiği söylenebilir.

Ayrıca yapılan ölçümlerde, derine sızma yani 90 cm toprak derinliğinin altında nem değişiminin

olmadığı tespit edilmiştir. Bunun en büyük nedeni yine toprak tekstürü ile ilgili olup, kapillarite ile suyun yukarı hareketi, buharlaşma ve bitki su kullanımının da bunda etkili olduğu söylenebilir.

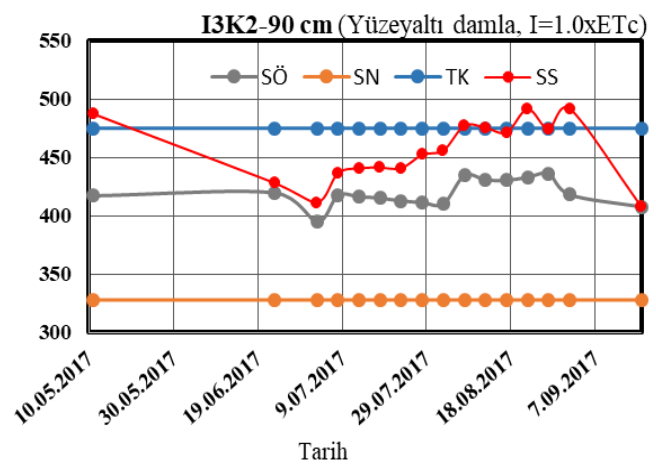
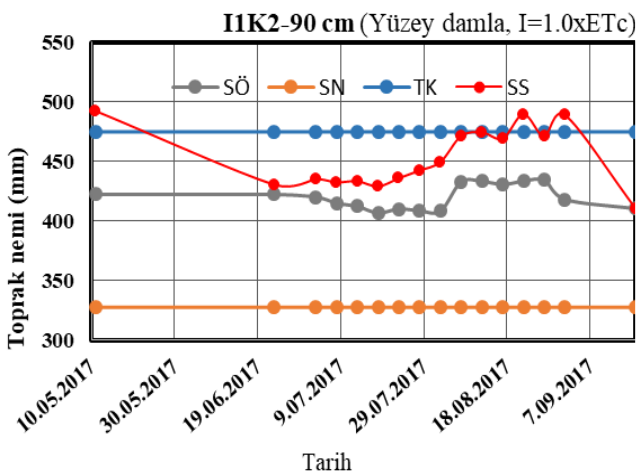
Başka bir konu ise, toprakta sulama öncesi toprak nem düzeylerinin hemen hemen benzer olduğu grafiklerden görülecektir. Bunun en önemli nedeni, toprak çatlayan, ağır kil bünyeli ve kompaktlaşan (sıkışan) bir özellik göstermektedir. Toprağın ilk 0-60 cm katmanının tarla kapasitesine getirdikten sonra (sulama başlangıcı), sıkışma ve su moleküllerinin kil mineralleri tarafından

oldukça yüksek tansiyonda (enerji) ile tutunması da göz önüne alınması gereken bir durumdur. Bu durum zaten tarla kapasitesi ve solma noktası düzeylerinin ne kadar yüksek düzeyde (Çizelge 1) ve aralığının da nispi olarak dar olduğundan da anlaşılacaktır. Diğerisi ise, damla sulama, yüzey sulamaya göre kıyaslandığında daha sık aralıkta (5 günde bir) sulama yapılması gerektiğidir. Ayrıca, toprak nem düzeyinin bu ağır kil koşullarında ve bu denemede en uygun sulama zamanının elverişli kapasitenin yaklaşık % 40 azaldığı durumda sulama yapılmasını da göstermektedir.



Şekil 1. Pamuk yetiştirme dönemi boyunca yüzey ve yüzeyaltı damla sulamada, sulama öncesi ve sonrası toprakta nem ölçüm değerleri (2016) (TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, SÖ: Sulama öncesi, SS: Sulama sonrası)

Figure 1. Soil moisture levels before and after irrigation during the cotton growing season at the surface and subsurface drip irrigation (2016) (TK: Field capacity, SN: Wilting point, SÖ: Before irrigation, SS: After irrigation)



Şekil 2. Pamuk yetiştirme dönemi boyunca yüzey ve yüzeyaltı damla sulamada sulama öncesi ve sonrası toprakta nem ölçüm değerleri (2017) (TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, SÖ: Sulama öncesi, SS: Sulama sonrası)

Figure 2. Soil moisture levels before and after irrigation during the cotton growing season at the surface and subsurface drip irrigation (2017) (TK: Field capacity, SN: Wilting point, SÖ: Before irrigation, SS: After irrigation)

### *Tansiyometre okuma değerleri*

Deneme yıllarında, her iki damla sulama sisteminde, sulama suyu olarak da PM yöntemine göre tahmin edilen bitki su tüketimi kadar sulama suyunun ( $I=1.0 \times ET_c$ ) uygulandığı parsellerde 15 ve 45 cm toprak derinliklerine yerleştirilen tansiyometrelerden sulama öncesi ve sulama sonrası okumalar yapılmıştır. Her iki deneme yılında sulama sezonu boyunca ölçümler yapılarak grafiklendirilmiştir (Şekil 3, 4, 5 ve 6).

Denemenin 2016 yılında, YD sulama sisteminde 15 cm toprak derinliğindeki tansiyometre için sulama öncesi tansiyon değerleri 10-76 cb, sulama sonrası ise 5-40 cb arasında değişmiş olup, sulama öncesi ortalama 57 cb, sulama sonrası ise 19 cb olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). Aynı sulama sisteminde 45 cm derinliğe yerleştirilen tansiyometre okuma değerleri ise, sulama öncesi 38-68 cb, sulama sonrası ise 8-57 cb arasında değişmiş olup, ortalama değer olarak sulama öncesinde 59 cb sulama sonrası ise 32 cb olarak tespit edilmiştir.

2016 yılında YAD sulamada 15 ve 45 cm derinliğe yerleştirilen tansiyometre okumaları yapılmıştır. Buna göre 15 cm toprak derinliğindeki tansiyometre için sulama öncesi tansiyon değerleri 44-70 cb, sulama sonrası ise 0-38 cb arasında değişmiş olup, sulama öncesi ortalama 55 cb, sulama sonrası ise 22 cb olarak tespit edilmiştir. Aynı sulama sisteminde 45 cm derinliğe yerleştirilen tansiyometre okuma değerleri ise, sulama öncesi 47-73 cb, sulama sonrası ise 17-46 cb arasında değişmiş olup (Şekil 4), ortalama değer olarak sulama öncesinde 61 cb sulama sonrası ise 27 cb olarak tespit edilmiştir.

Denemenin 2017 yılında ise, YD sulamada, 15 cm derinlikteki tansiyon değerleri sulama öncesi 37-66 cb, sulama sonrası 10-28 cb arasında değişmiş olup, ortalama değer olarak sulama öncesi 55 cb, sulama sonrası ise 19 cb olarak tespit edilmiştir (Şekil 5). Aynı sulama sisteminin 45 cm derinliğe yerleştirilen tansiyometrede sulama öncesi 25-62 cb, sulama sonrası ise 8-24 cb, ortalama değer olarak ise, sulama öncesi 47 cb, sulama sonrası ise 15 cb olarak tespit edilmiştir.

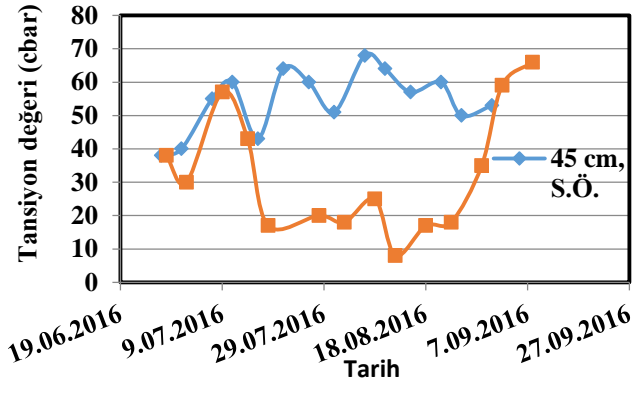
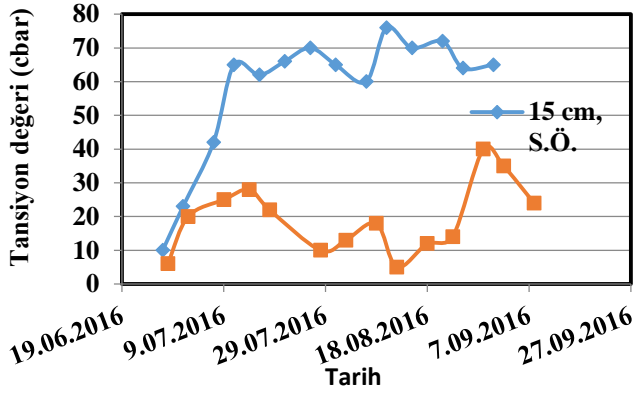
Denemenin 2017 yılı YAD sulama için, 15 cm derinlikteki tansiyon değerleri sulama öncesi 31-70 cb, sulama sonrası ise 8-60 cb arasında okunmuştur (Şekil 6). Ortalama değer olarak sulama öncesi 52 cb, sulama sonrası ise 28 cb olarak tespit edilmiştir. Aynı sulama sisteminin 45 cm derinliğindeki tansiyon değerleri sulama öncesi 34-54 cb, sulama sonrası ise 8-50 cb, ortalama değer olarak sulama öncesi 43 cb, sulama sonrası ise 22 cb olarak tespit edilmiştir.

Aynı derinlikte tansiyometre okuma değerlerindeki farklılık, YD veya YAD sulama sistemine, tansiyon okuma dönemine, uygulanan sulama suyu miktarına, bitkinin örtü yüzdesinin gelişimine ve son suyu kesme zamanına bağlı olarak farklılık göstermiştir. Ayrıca deneme yeri topraklarının ağır bünyeli ve kil içeriğinin % 65 gibi oldukça yüksek olması, toprak partiküllerinin oldukça sıkışmış (kompaktlaşma) olması, ıslanma kuruma periyodunda çatlakların olması (vertic özellik) tansiyometre okuma değerlerini etkileyen faktörler arasında sayılabilir.

Ortalama değer olarak, yüzey damla sulamada, eğer tansiyometre 15 cm derinliğe yerleştirilirse, 55 cb, 45 cm derinliğe yerleştirilirse 47 cb olduğunda sulama zamanının geldiği ve sulamanın yapılması gerektiği söylenebilir. Yüzeyaltı damla sulamada ise, eğer tansiyometre 15 cm derinliğe yerleştirilirse, 52 cb, 45 cm derinliğe yerleştirilirse 45 cb olduğunda sulama zamanının geldiği ve sulamanın yapılması gerektiği söylenebilir. Aynı bölgede Çetin (1997), Harran Ovası'nda kil bünyeli topraklarda ve karık sulama ile sulanan pamukta, tansiyometrelerin sulama zamanının belirlenmesinde kullanılabileceğini, 30 cm derinlik için 60 cb, 45 cm derinlik için ise 55 cb değerlerinin sulama zamanının göstergesi olabileceğini belirtmiştir. Sonuçlardaki farklılığın, farklı sulama yöntemleri olmasından kaynaklandığı, dolayısıyla sulama zamanının belirlenmesinde, damla sulamada daha düşük, karık sulamada ise nispi olarak daha yüksek tansiyon değerlerinin olması beklenen bir sonuçtur. Ancak, Alveraz-Reyna (1991) 3 farklı pamuk çeşidinde, 30 cm derinlikteki tansiyometre değerinin 30 cb olduğunda sulama yapılabileceğini

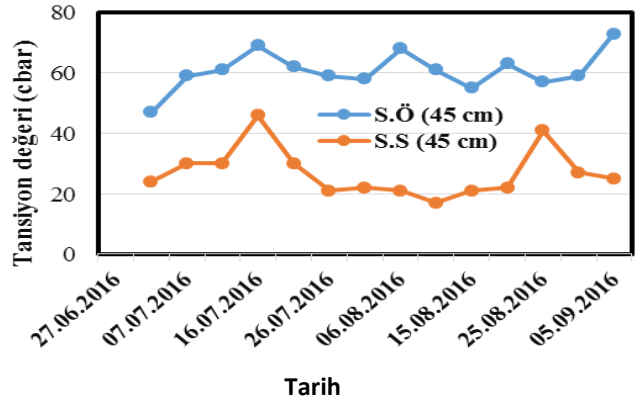
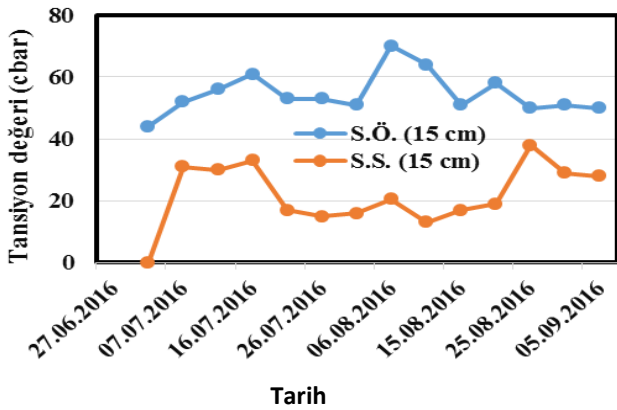
belirtmişlerdir. Muhtemelen bu kadar düşük tansiyon değeri toprak bünyesinin hafif bünyeli olması ile ilişkili olabilir. Kang ve ark.(2012), Çin' in Kuzey Batı Bölgesi'nde yürüttükleri çalışmada, pamuk bitkisinin sulama zamanını toprak matrik potansiyelinin beş farklı koşuldaki (-10 kPa, -20 kPa, -30 kPa, -40 kPa ve -50 kPa) duruma göre

belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, topraktan alınabilir su miktarı arttıkça, daha düşük negatif değerlerde, kütlü pamuk verimi ve koza sayısının arttığını, koza kütlü ağırlığının ise su dozlarına karşı olan tepkisinin düzensiz olduğunu ortaya koymuşlardır.



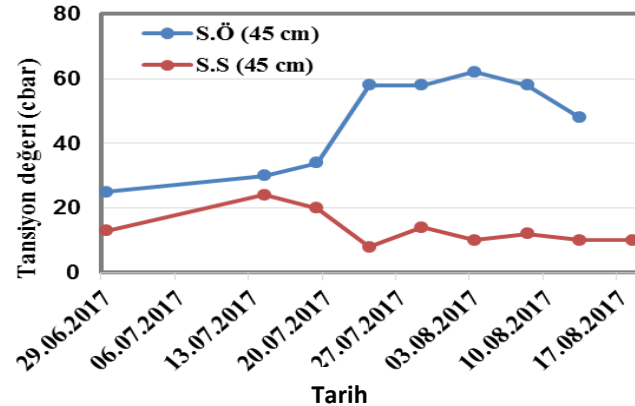
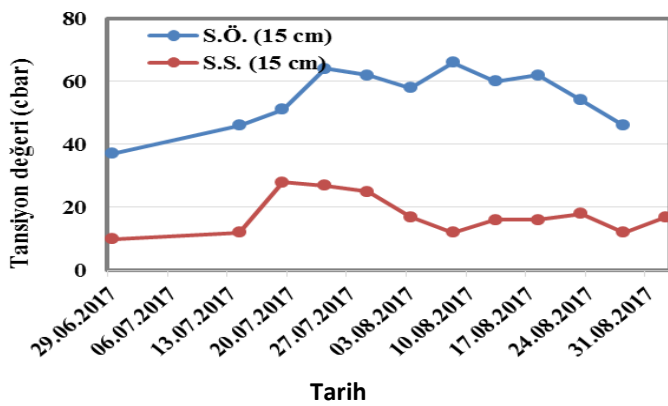
Şekil 3. Yüzeysel damla sulama sisteminde, (I1K2 (Yüzeysel damla), I=1.0xETc uygulaması) toprağın 15 ve 45 cm derinliğindeki topraktaki sulama öncesi ve sonrası tansiyon değerleri (2016)

Figure 3. The tension values in the soil depths of 15 and 45 cm before and after irrigation at the surface drip irrigation (I1K2 (Surface drip), I=1.0xETc treatment) (2016)(SÖ: Before irrigation, SS: After irrigation)



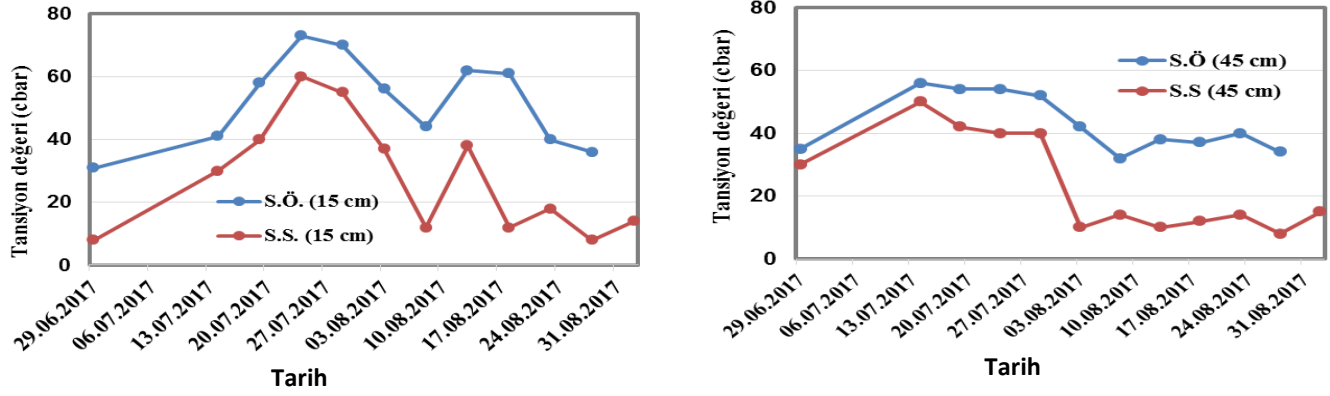
Şekil 4. Yüzeysel damla (40 cm) sulama sisteminde, (I3K2 (Yüzeysel damla 40 cm), I=1.0xETc) toprağın 15 ve 45 cm derinliğindeki sulama öncesi ve sonrası tansiyon değerleri (2016)

Figure 4. The tension values in the soil depths of 15 and 45 cm before and after irrigation at subsurface drip irrigation (I3K2 (Subsurface drip, 40 cm), I=1.0xETc) (2016). (SÖ: Before irrigation, SS: After irrigation)



Şekil 5. Yüzeysel damla sulama sisteminde, (I1K2, Yüzeysel damla, I=1.0xETc) toprağın 15 ve 45 cm derinliğindeki topraktaki sulama öncesi ve sonrası tansiyon değerleri (2017)

Figure 5. The tension values in the soil depths of 15 and 45 cm before and after irrigation at surface drip irrigation (I1K2, Surface drip, I=1.0xETc) (2017)(SÖ: Before irrigation, SS: After irrigation)



Şekil 6. Yüzeyaltı damla sulama sisteminde, (I3K2 (Yüzeyaltı damla, 40 cm, I=1.0xETc) toprağın 15 ve 45 cm derinliğindeki sulama öncesi ve sonrası tansiyon değerleri (2017)

Figure 6. The tension values in the soil depths of 15 and 45 cm before and after irrigation at subsurface drip irrigation (I3K2 (Subsurface drip), 40 cm, I=1.0xETc) (2017) (SÖ: Before irrigation, SS: After irrigation).

Sonuç olarak, Marsh (1966) tansiyometrelerin 0-80 cb arasında sağlıklı sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Şener (1985), bitkilerin sulanmasında, toprak su içeriğinin toprak su potansiyeli ile daha çok uyum gösterdiğini belirtmiştir.

## Sonuç ve Öneriler

Su, toprakta toprak katı partikülleri tarafından yüzey tansiyon kuvveti tarafından tutulur. Tansiyon ise, toprakta tutulan suyun bitkilerin kullanımı amacıyla topraktan ayırma/koparmak için gerekli iş gücünün yani enerjinin bir ölçütüdür. Böylece, bir toprakta tutulan suyun miktarı ve bunun bitkilere yararlılığı toprak tipine bağlı olarak değişir. Bitkilerin sulama zamanının tespiti için belirtilen bu toprak tansiyon değerinin bilinmesi özellikle doğrudan sulama zamanını tespitinde kullanılan bir yoldur. Toprak tansiyon değerleri ise tansiyometre aygıtı ile kolayca ölçülebilir ve takip edilebilir.

Denemede yer alan YD ve YAD sulama uygulamalarında, toprakta sulama öncesi toprak nem düzeyleri hemen hemen benzer olmuştur. Bunun en önemli nedeni, toprak çatlayan, ağır kil bünyeli ve kompaktlaşma (sıkışan) özelliği göstermektedir. Böylece, toprağın ilk 0-60 cm toprak katmanını tarla kapasitesine getirdikten sonra (sulama başlangıcı), sıkışma ve su moleküllerinin kil mineralleri tarafından oldukça yüksek tansiyonda (enerji) ile tutunması bunda önemli rol oynamaktadır. Öte yandan, toprak

nem ölçümleri toprak nem sensörleri FDR (Decagon) ile yapılmıştır. Ancak, deneme yeri toprakları ağır kil bünyeli (% 65'den fazla kil), sıkışan ve çatlayan özellik göstermesinden dolayı nem sensörleri sağlıklı çalışmamıştır.

Sulama öncesi, toprak su tansiyon değerleri, yüzey damla sulama için, tansiyometre 15 cm derinliğe yerleştirilirse 55 cb, 45 cm derinliğe yerleştirilirse 47 cb sulama zamanı için eşik değer olarak belirlenmiştir. Yüzeyaltı damla sulamada ise bu değerler, tansiyometre 15 cm derinliğe yerleştirilirse, 52 cb, 45 cm derinliğe yerleştirilirse 45 cb olarak belirlenmiştir.

Ayrıca, hem yüzey hem de yüzeyaltı damla sulamada, elverişli kapasitenin yaklaşık % 40 azaldığı durumda sulama yapılması gerektiği tespit edilmiştir.

## Ekler

Bu makalede yer alan veriler, TÜBİTAK 1150600 No'lu araştırma projesi Sonuç Raporu'nun bir bölümünden elde edilmiştir. Belirtilen projenin finansal desteğinin (bütçesi) tamamı TÜBİTAK tarafından sağlanmıştır. Bu nedenle kurumsal olarak TÜBİTAK'a teşekkür ederiz. Ayrıca, bu makalenin "Materyal ve Yöntem" bölümünün bir kısmı, ilgili proje verilerinden üretilen farklı makale veya yayın(lar)'ın yalnız "Materyal ve Yöntem" bölümlerinin bir kısmı ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca, belirtilen TÜBİTAK projesi

nedeniyle Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü (DÜBAP) de ek destek sağlamıştır. Bu nedenle DÜBAP'a da ayrıca teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Allen, R.G., Pereira L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Irrigation and Drainage Paper 56. Crop evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements. Rome: United Nations Food and Agriculture Organization.
- Alveraz-Reyna, V.P. (1991). Growth and development of tree cotton cultivars of contrasting plant types differentially irrigated through a drip irrigation system. Abstract of thesis, New Mexico State University, USA.
- Ayars, J.E., Phene, C.J., Hutmacherc, R.B., Davisa, K.R., Schonemana, R.A., Vaila, S.S., & Meadd, R.M. (1999). Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. *Agricultural Water Management*, 42 (1999): 1-27.
- Ayars, J.E., Schoneman, R.A., Soppe, R.W., & Mead, R.M. (1998). Irrigating cotton in the presence of shallow ground water, drainage in the 21st century: Food production and the environment., Proc. Seventh Int. Drainage Symposium (pp. 82-89). Orlando, FL: ASAE.
- Çetin, Ö. (1997). Harran Ovası koşullarında tansiyometrelerin pamuk sulama zamanının saptanmasında kullanılması. 6. Ulusal Kültürteknik Kongresi 1997 (pp. 324-332). Kirazlıyayla, Bursa.
- Çetin, Ö. (2003). Toprak-Su ilişkileri ve Toprak Suyu Ölçüm Yöntemleri. Eskişehir: T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Çetin, Ö., & Bilgel, L. (2002). Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. *Agricultural Water Management*, 54, 1-15.
- Çetin, Ö., Üzen, N., Temiz, M.G., & Sessiz, A. (2013). Güneş enerjisi kullanarak damla sulama ile sulanan pamukta fertigasyonda azotlu gübre yönetimi. Diyarbakır: Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü.
- Harem, E. (2010). Türkiye'de tescil edilen pamuk çeşitleri. Şanlıurfa: GAP Topraksu Kaynakları ve Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Kang, Y., Wang, R. Wan, S., Hu, W., Jiang, S., & Liu, S. (2012). Effects of different water levels on cotton growth and water use through drip irrigation in an arid region with saline ground water of Northwest. *Agricultural Water Management*, 109: 117– 126.
- Kara, C., & Gündüz, M. (1998). GAP Bölgesi Harran Ovası koşullarında kısıntılı sulama suyu uygulamasının pamuk verimine etkisinin saptanması. Ankara: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Dairesi Başkanlığı Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü.
- Karademir, Ç., Karademir, E., Doran, İ., & Altıkat, A. (2005). Diyarbakır ekolojik koşullarında farklı azot ve fosfor uygulamalarının pamukta verim ve lif teknolojik özelliklerine etkisi. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 55-61
- Keller, J., Bliesner, R.D. (1990). Sprinkler and trickle irrigation. New York: Chapman and Hall, 115 Fifth Avenue, NY 10003..
- Marsh, A.W. (1966). Tansiyometreler ve kullanışları hakkında bazı soru ve cevaplar. (Çeviri: O. Tekinel), *Ziraat Makineleri Dergisi*, 15.
- Martinez, J., & Reca, J. (2014). Water use efficiency of surface drip irrigation versus an alternative subsurface drip irrigation method. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 140, 10.
- Özer, M.S. (1992). Harran Ovası koşullarında pamuğun fosforlu gübre isteği. Şanlıurfa: Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Özer, S.M., & Dağdeviren, İ. (1986). Harran Ovası koşullarında pamuğun azotlu gübre isteği. Şanlıurfa: Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü.
- Smith, R.B., Oster, J.D., & Phene, C.J. (1991). Subsurface drip produced the highest net return in the Westlands study area. *Cal. Agric.* 45, 8-10.
- Şener, S. (1985). Menemen koşullarında tansiyometreler ve alçı bloklarının pamuk ve bağın sulama zamanının saptanmasında kullanılması. İzmir: Menemen Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü.
- Tari, A.F., Özbahçe, A., Kale, S. & Bahçeci, P. (2013). Farklı lateral aralığı ve sulama düzeyinin şekerpancarı verimine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 25-34.





# GAP Bölgesinde yetiştirilen bazı zeytin çeşitlerinin kendine verimlilik durumlarının belirlenmesi

## Determination of self-fertility status of some olive cultivars grown in GAP Region

Şehnaz KORKMAZ<sup>1\*</sup>, Bekir Erol AK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gap Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Şanlıurfa

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

### To cite this article:

Korkmaz, Ş. & Ak, B. (2018). GAP Bölgesinde yetiştirilen bazı zeytin çeşitlerinin kendine verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 471-470. DOI: 10.29050/harranziraat.414662

### Address for Correspondence:

Şehnaz KORKMAZ

e-mail:

sehnaz.korkmaz@tarim.gov.tr

### Received Date:

12.04.2018

### Accepted Date:

12.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Zeytin çeşitlerinde yapılan çalışmalara göre kendine verimliliğin yetersiz olduğu ve çeşitlerin kendine verimsiz, kısmen kendine verimli ve kendine verimli olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Şanlıurfa il sınırları içerisinde, 1990 yılında GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsüne bağlı Koruklu Talat Demirören Araştırma İstasyonunda kurulan bahçedeki 5 farklı zeytin çeşidinin (Yuvarlak halhalı, Delice, Nizip yağlık, Domat ve Gemlik) kendine verimlilik durumlarını belirlenmesi amaçlanmıştır. Buna göre somaklar üzerinde bulunan çiçekler henüz balon döneminde iken meyve tutma oranlarını tespit etmek için keseler yardımıyla izole edilmiştir. Bu amaçla kendileme ve serbest tozlanma uygulamaları yapılarak çeşitlerin kendine verimlilik durumu araştırılmıştır. Buna göre Yuvarlak halhalı çeşidinin kendine verimsiz, Delice ve Nizip yağlık çeşitlerinin kendine verimli, Domat ve Gemlik çeşitlerinin ise kısmen kendine verimli olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin, Döllenme, Meyve tutumu, Eşeyssel uyumsuzluk, Kendileme

### ABSTRACT

It has been determined according to studies held on olive culture that self-fertility is insufficient and the cultivars are self-infertile, partially self-fertile and self-fertile. This study aims to determine the self-fertility status of 5 different olive cultivars (Yuvarlak halhalı, Delice, Nizip yağlık, Domat ve Gemlik) planted in 1990 in the area located at Koruklu Talat Demirören Research Station affiliated to the GAP (Southeastern Anatolia Project) Agricultural Research Institute in Şanlıurfa Province. According to this study, while the flowers on the cluster were still in the balloon period, they were isolated for self-pollination with the help of small bags to determine fruit set rates. For this purpose, self and open-pollination treatments were performed and the self-fertility status of the cultivars was searched. Accordingly, Yuvarlak halhalı cultivar has been determined as self-infertile, Delice and Nizip as self-fertile, Domat and Gemlik cultivars as partially self-fertile.

**Key Words:** Olive, Fertilization, Fruit set, Sexual incompatibility, Self pollination

### Giriş

Zeytin, milattan on bin yıl öncesine kadar Doğu Akdeniz havzasının doğal bitki örtüsü sayılmaktadır (Kaplan ve Arıhan, 2012). Ilıman-sıcak ve fazla zengin olmayan kireçli topraklar zeytin ağacı için uygundur. Don olayı, aşırı ısı farklılığı ve kuraklık zeytin ağacı için olumsuz

şartlardır. Tüm bu özellikler zeytin bitkisinin öz Akdeniz ağacı olduğunu kanıtlar niteliktedir (Başoğlu, 2009). Zeytinin anavatanı Güneydoğu Anadolu'dan (Mardin, Maraş ve Hatay üçgeni) Akdeniz ve Hazar havzasına, Ege Adaları, Yunanistan ve İspanya'ya yayıldığı düşünülmektedir (Küçükkömürler ve Erdem, 2008).

Zeytin rüzgârla tozlanan (anemophyl) bir meyve türüdür. Zeytin ağacı verim yılında bol miktarda çiçek meydana getirmektedir. Ancak çiçeklerin %98'inin döküldüğü, sadece % 1-2 sinin meyve bağlayabildiği gözlenmiştir (Martin, 1990).

Zeytin üreticilerinin ticari meyve üretimini etkileyebilecek çeşitli sorunları vardır. Bunlardan en önemlisi zeytin çeşitlerinin kendileme uyumsuzluklarıdır. Kendine uyumsuzluk (incompatibility); bir çiçekte eşey organları ve eşey hücreleri sağlıklı geliştikleri halde, aynı çeşide ait çiçek tozlarıyla tozlanma sonucunda döllenmenin gerçekleşmemesi durumudur. Bu durum tamamen genetiksel kaynaklı olup, uyumsuzluk genleri (S genleri) tarafından kontrol edilir (Eti,2009)).

Zeytinde eşeysel uyumsuzlukla ilgili çeşitlerin tanımlanması üzerine dünya çapında çalışmalar yürütülmektedir (Griggs ve ark., 1975; Sharma ve ark., 1976; Antognozzi ve Standardi, 1978; Androulakis ve Loupassaki, 1990; Rallo ve ark., 1990; Moutier, 2000). Türkiye'de zeytin çeşitlerinin döllenme biyolojilerine ilişkin günümüze kadar yapılan araştırmalarda genel olarak 14 zeytin çeşidi üzerinde çalışılmıştır (Çavuşoğlu,1970; Sütçü, 1980; Kaya ve Tekintaş, 2006; Mete ve Mısırlı, 2009; Mete ve ark., 2012).

Döllenme, verim üzerinde önemli bir rol oynadığından, yüksek düzeyde ürün almanın birinci şartı kendine uyuma durumunun bilinmesidir. Araştırmacılar, kendine tozlanma sırasında çoğu çiçek tozu çim borusunun döllenmenin olması için dışıçik borusunu geçip tohum taslağına yetişemezken, yabancı tozlanmada çiçek tozu çim borusunun daha hızlı gelişip yumurtalığa geçtiğini belirtmişlerdir (Cuevas ve Polito,1997). Bu nedenle uyumsuzluk, tek çeşitle kurulmuş bir bahçede verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Lavee ve Datt, 1978; Sibbett ve ark.,1992; Ghrişi ve ark.,1999; El-Kholy, 2001).

Halen tesis edilmiş bahçelerde çeşitlerin uygun tozlayıcıları hakkında bir belirsizlik bulunmaktadır. Eğer çeşit kendileme uyumsuz ya da kısmen uyuşur ise uygun bir tozlayıcı çeşitle birlikte bahçe tesis edilmesi gereklidir. Yapılan bazı araştırmalarda, yeterli ve kaliteli ürün alınması için kendine uyuşur çeşitlerde dahi yabancı tozlanmanın yarar sağlayacağı bildirilmiştir (Sibbett ve Osgood,

1994). Tozlayıcı çeşitler ise ekonomik verimlilik, çiçek tozu kalitesi, tozlanacak olan çeşitle uyum ve çiçeklenme zamanı uyumu temelleri üzerine seçilmiş olmalıdır (Lavee,1998).

## Materyal ve Metot

### Materyal

2015 yılında yapılan bu araştırma, GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsüne bağlı Koruklu Talat Demirören Araştırma İstasyonunda bulunan farklı zeytin çeşitlerinden Delice, Domat, Gemlik, Nizipyağlık, Yuvarlak halhalı zeytin çeşitlerinde kendine verimlilik durumları incelenmiştir. Bu amaçla meyve tutma oranını belirlemek için kendileme ve serbest tozlanma çalışmaları yapılmıştır.

### Metot

Denemeye alınan zeytin çeşitlerinde meyve tutma oranlarını belirlemek amacıyla;

1. Serbest tozlanma
2. Kendileme uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

Kendileme uygulaması için her ağaçta 8 sürgünde somaklar üzerinde bulunan çiçekler henüz balon döneminde iken sayımları yapılmış, etiketlenmiş ve kese kâğıtları yardımıyla izole edilmiştir. Serbest tozlanmada yine aynı ağaçlara uygulanmıştır. Her ağaçtan 4 sürgün seçilerek, çiçekler sayılarak etiketlenmiştir. Zeytinde, çiçeklerin somak (salkım) durumunda bulunması ve küçük oluşu nedeniyle tek tek sayımlarının yapılması oldukça güçtür. Bu sebeple uygulamaların yapılacağı sürgünler üzerindeki somaklarda ortalama çiçek sayısı bulunarak, somak sayısı ile çarpılmış ve toplam çiçek sayısı belirlenmiştir (Sütçü, 1980; Mete, 2009). Tozlanma şansını arttırmak için izolasyonda kullanılan keseler kaldırılana kadar her gün belirli aralıklarla sarsılmışlardır. Araştırma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 yinelemeli ve her yinelemede 1'er ağaç olacak şekilde kurulmuş olup, elde edilen verilere ait ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Sayılarak elde edilen yüzde değerlere normalite testi yapılmıştır.

Kendine verimlilik indeksi aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır (Moutier, 2002);

$$\text{Kendine Verimlilik İndeksi (R)} = \frac{\text{Kendilemeden elde edilen meyve tutma oranı}}{\text{Serbest tozlanmadan elde edilen meyve tutma oranı}}$$

Çizelge 1. Kendine Verimlilik İndeksi  
Table 1. Self-fertility Index

		Kendine verimlilik (Self-fertility)		
R	Kendine verimsiz <i>Self-infertile</i>	Kısmen kendine verimli <i>Partially Self-fertile</i>	Kendine verimli <i>Self-fertile</i>	
		0.00	0.15	0.30

Elde edilen veriler eşitliğe göre hesaplanarak, Çizelge 1'deki indekse göre değerlendirilmiştir.

Kendileme uygulaması için somaklar balon aşamasında iken seçilen sürgünlerdeki çiçekler sayılıp etiketlenmiş ve kese kâğıtlarınaalınarak izole edilmişlerdir (Şekil 1). Bu sayımda, her ağaçta açıkta bırakılan (serbest tozlanan) sürgünler üzerindeki çiçekler de sayılıp etiketlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 1. Çiçekler balon dönemindeyken keseler yardımıylaizole edilmesi ve etiketlenmesi  
Figure 1. Isolation and labeling of the flowers in baloon stage



Şekil 2. Serbest tozlanma uygulamasındaçiçeklerin sayılarak etiketlenmesi  
Figure 2. The labeling of flowers after counting in open pollination

Her iki uygulamada 2. sayım,tam çiçeklenmeden 20 gün sonra yapılmıştır. Keseler açıldıktan sonra meyveler sayılıp tekrar etiketlere yazılmıştır(Şekil 3). Aynı zamanda açıkta tozlanan

sürgünlerde sayılarak, yine 2.sayım olarak etiketlere yazılmıştır.

Üçüncü sayım, yaz ortasında keselerden çıkartılan ve açıkta bırakılan (serbest tozlanan) meyvelerde yapılmıştır (Şekil 4).



Şekil 3. Kâğıt keseler açıldıktan sonrauygulamayapılan dalların görünümü  
Figure 3. The view of treated branches after opening of paper bags



Şekil 4. Yaz ortasında sürgünlerde yapılan meyve sayımı  
Figure 4. Fruit counting in mid-summer period



Şekil 5. Hasat olgunluğunda yapılan meyve sayımı  
Figure 5. Fruit counting in harvest period

Dördüncü ve son sayım ise hasat olgunluğuna gelmiş meyvelerde yapılarak etiketler üzerine kaydedilmiştir (Şekil 5)(Taslimpour ve ark., 2008).

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Ülkemizin önemli zeytin çeşitlerinden olan Nizip yağlık, Delice, Yuvarlak halhalı, Domat ve Gemlik'te yapılan serbest tozlanma ve kendileme ve uygulamalarına ilişkin bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucu zeytin çeşitlerinin meyve tutma düzeyleri arasındaki farklılığın % 5 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Tam çiçeklenmeden 20 gün sonraki en yüksek meyve tutma oranı % 18.58 ile Yuvarlak halhalı-Serbest tozlanma uygulamasında belirlenmiş olup, bunu %17.52 değeri ile Nizip Yağlık-Kendileme ve %17.23 ile Gemlik- Serbest tozlanma uygulamaları izlemiştir. En düşük değer ise %8.66 ile Yuvarlak halhalı-Kendileme uygulamasından elde edilmiştir.

Temmuz ayında yapılan sayımda en yüksek meyve tutumunun Nizip yağlık-Kendileme (%9.56)ve Gemlik-Kendileme (%8.25) uygulamalarında; en düşük meyve tutumunun ise Yuvarlak halhalı-Kendileme (%1.75) uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2.Zeytin çeşitlerinin kendileme ve serbest tozlanmadameyve tutmaoranları ve kendine verimlilik indeksi  
Table 2. The fruit set rates and self-fertility index of olive cultivars in self- and open pollination treatments

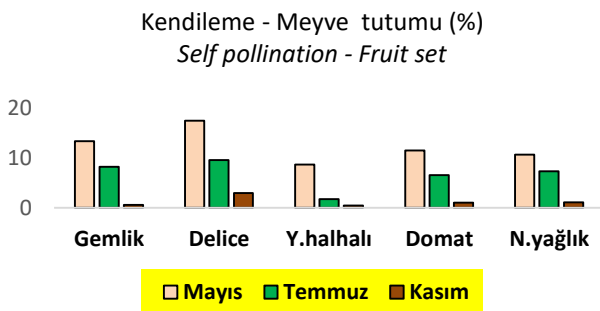
Çeşitler Cultivars	Uygulamalar Treatments	Tam çiçeklenmeden 20 gün sonraki meyve tutumu (Mayıs) (%) Fruit set rate 20 days after full bloom (May) (%)	Yaz ortası meyve tutumu (Temmuz) % Fruit set rate in mid-summer (July) (%)	Hasatta meyve tutumu(Kasım) % Fruit set rate at harvest (November) (%)	Kendine verimlilik indeksi Self-fertility Index
Nizip yağlık	Kendileme (Self-Pollination)	10.67 de	7.35 abc	1.07 bc	0.34
	Serbest Tozlanma (Open-Pollination)	12.42 de	4.92 cde	3.07 a	
Delice	Kendileme (Self-Pollination)	17.52 ab	9.56 a	2.98 a	1.13
	Serbest Tozlanma (Open-Pollination)	10.25 de	4.79 cde	2.62 ab	
Yuvarlak halhalı	Kendileme (Self-Pollination)	8.66 e	1.75 f	0.43 c	0.14
	Serbest Tozlanma (Open-Pollination)	18.58 a	5.78 bcde	3.09 a	
Domat	Kendileme (Self-Pollination)	11.49 de	6.57 bcd	1.01 bc	0.29
	Serbest Tozlanma (Open-Pollination)	12.56 de	4.19 def	3.45 a	
Gemlik	Kendileme (Self-Pollination)	13.36 bcd	8.25 ab	0.61c	0.29
	Serbest tozlanma (Open-Pollination)	17.23 abc	3.29 ef	2.06 abc	
LSD		4.411	2.742	1.762	

Hasatta en yüksek meyve tutma oranı % 3.45 ile Domat-Serbest tozlanma uygulamasında saptanmıştır. Bu uygulamayı sırasıyla % 3.09 ile Yuvarlak halhalı-Serbest tozlanma, % 3.07 ile Nizip yağlık-Serbest tozlanma, % 2.98 ile Delice-Kendileme uygulamaları izlemiştir. Hasat dönemindeki en düşük meyve tutumu Yuvarlak

halhalı-Kendileme (%0.43) ve Gemlik-Kendileme (%0.61) uygulamalarından elde edilmiştir.

Deneme kapsamında incelenen zeytin çeşitlerinin kendine verimlilik indeksleri Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre, Yuvarlak halhalı (0.14) çeşidinin kendine verimsiz, Delice (1.13) ve Nizip yağlık (0.34) çeşitlerinin kendine verimli, Domat

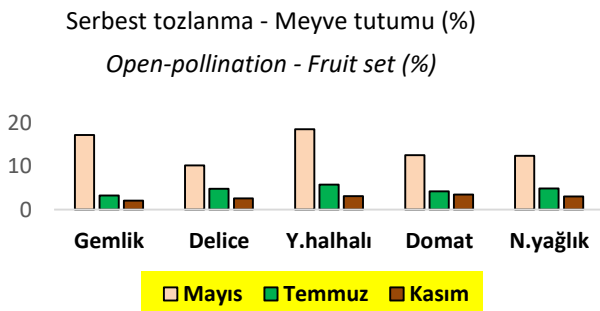
(0.29) ve Gemlik (0.29) çeşitlerinin ise kısmen kendine verimli olduğu belirlenmiştir. Ancak, elde edilen verimlilik indekslerinin, Şanlıurfa ekolojisinde ve incelenen çeşitlerin aynı bahçe içerisinde bulunma durumunda geçerli olduğu unutulmamalıdır. Dünyada zeytinde yapılan döllenme biyolojisi çalışmalarında çoğu zeytin çeşidinin kendine verimsiz veya kısmen kendine verimli olduğu tespit edilmiştir (Lavee, 1986; Lavee, 1990; Besnard ve ark., 1999; Dimassi ve ark., 1999; Moutier, 2002; Fabbri ve ark., 2004; Conner ve Fereres, 2005).



Şekil 6. İncelenen zeytin çeşitlerinin kendileme uygulamasındaki meyve tutumları (%)

Figure 6. Fruit set rates of studied olive cultivars in self-pollination treatment (%)

Serbest tozlanma uygulamalarında yapılan sayımlar değerlendirildiğinde ise hasat dönemindeki meyve tutumunun Domat zeytin çeşidinde en yüksek düzeyde olduğu, bunu sırasıyla Yuvarlak halhali, Nizip yağlık ve Delice çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir. Gemlik çeşidinde ise en düşük meyve tutumu tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. İncelenen zeytin çeşitlerinin serbest tozlanmadaki meyve tutumları (%)

Figure 7. Fruit set rates of studied olive cultivars in open-pollination treatment (%)

Yapılan kendileme uygulamalarında değişik dönemlerde yapılan sayımlar değerlendirildiğinde, Delice çeşidinin her dönemde en yüksek meyve tutumu ile ilk sırada yer aldığı, Yuvarlak halhali çeşidinde ise yine her dönemde en düşük meyve tutumun sağlandığı tespit edilmiştir (Şekil 6).

Mete (2009), yaptığı döllenme biyolojisi çalışmalarında Domat çeşidini kısmen kendine verimli olarak belirlemiştir. Gemlik zeytini üzerine yapılan araştırmalarda ise çeşidin kısmen kendine verimli olduğu tespit edilmiştir (Çavuşoğlu, 1970; Sütçü, 1980). Yapılan araştırmalarda bir tozlanma için bahçede % 10 dolayında tozlayıcı çeşide aitağaç bulundurmanın yeterli olacağı belirlenmiştir (Lavee, 1998). Araştırmacılar bazı zeytin çeşitlerinde kendine verimlilik durumunun yıldan yıla değiştiğini ve bu durumun ışıklandırma, sıcaklık, çiçek tomurcuğu oluşumu ve çiçeklenme esnasındaki iklim faktörlerinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (Farinelli ve ark., 2006). Buna örnek olarak Moraiolo çeşidi İtalya da yapılan bir çalışmada kendine verimsiz olarak bulunurken (Bini ve Lensi, 1981), aynı çeşit Hindistan da yapılan bir çalışmada kendine verimli bulunmuştur (Singh ve Kar, 1980). Leccino çeşidinin çoğunlukla kendine verimsiz olduğu tespit edilmesine rağmen (Antognozzi ve Standardi, 1978; Ugrinovic ve Stampar, 1996), birçok seleksiyonu kendine verimli bulunmuştur (Bartoloni ve Guerriero, 1995). Kilis yağlık çeşidi üzerinde yapılan araştırmada çeşidin kendine verimsiz olduğu belirtilmiştir (Mete ve Çetin, 2017). Manzanillo zeytin çeşidinde yapılan çalışmada, çeşidin kendine verimli olduğu belirlenmişken (Androulakis ve Loupassaki, 1990), Wu ve ark. (2002), çeşidin kısmen kendine verimsiz, (Lavee ve Datt, 1978; Cuevas ve ark., 2009), çeşidin kendine verimsiz olduğunu tespit etmişlerdir. Kilis yağlık çeşidinde kullanılan tozlayıcıların etkinlik derecelerinin yıllara göre farklılık gösterdiğini ve meyve tutma oranını artırmadığını; Ayvalık ve Memecik çeşitlerinin ise kabul edilebilir tozlayıcılar olduğunu ifade etmiştir (Mete, 2009). Kendine uyumsuzluktan kaynaklanan verimsizlik durumu ile ilgili bu çelişkilerin tek olası sebebi çalışmaların farklı çevresel koşullar altında

yapılmasıdır. Kendine uyumsuzluğun sıcaklığa bağlı olduğu birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir (Mekuria ve ark., 1999; Lavee ve ark., 2002).

Cuevas ve Polito (1997), zeytinlerde yaptıkları bir çalışmada çiçek tozu çim borularının yabancı tozlamada daha hızlı gelişerek tohum taslaklarına ulaşabildikleri halde, kendine tozlanma sonucunda birçok çiçek tozu çim borusunun dışı borusu içinde büyüyemediğini ve döllenme için tohum taslaklarına ulaşamadığını gözlemlemişlerdir.

## Sonuçlar

Eşeyssel uyumsuzluk, verim üzerinde önemli bir rol oynadığından, bir çeşitte yüksek düzeyde ürün almanın birinci şartı, kendine uyuma durumunun bilinmesidir. Kendine verimsizlik, tozlanmada başarısızlığa öncülük edebilmekte ve bu nedenle tek çeşitle kurulmuş bir bahçede verim düşüklüğüne neden olmaktadır. Bu çalışma sonucunda Yuvarlak halhalı çeşidinde verimsiz; Delice ve Nizip yağlık çeşitleri kendine verimli; Domat ve Gemlik çeşitleri ise kısmen kendine verimli olarak belirlenmiştir. Eğer çeşit kendine verimsiz ya da kısmen kendine verimli ise uygun bir tozlayıcı çeşitle birlikte bahçe tesis edilmelidir. Bununla birlikte yapılan araştırmalarda, yeterli ve kaliteli ürün alınması için kendine verimli çeşitlerde dahi yabancı tozlanmanın yarar sağlayacağı belirlenmiştir. Bu nedenle yerli çeşitlerimizin kendine verimlilik durumları ve uygun tozlayıcılarının belirlenmesi önem taşımaktadır.

## Ekler

Bu çalışma Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiş olan HÜBAK -14043 nolu projeden üretilmiştir.

## Kaynaklar

Androulakis, I.I., & Loupassaki, M.H. (1990). Studies on self fertility of some olive cultivars in the area of crete. *Acta Horticulturae* 286: 159-162.

- Antognozzi, E., & Standardi, A. (1978). Studio della biologia florale negli olive 'gentile di chieti' e 'dritta di moscufo'. rivista della-ortoflorofruitticoltura-Italiana, 62:461-469.
- Bartoloni, S., & Guerriero, R. (1995). Self-compatibility in several clones of oil olive cv. Leccino. *Advances Horticultural Science*, 9: 71-74.
- Başoğlu, M.İ. (2009). Antik çağda Kilikya bölgesinde zeytinyağı üretimi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s 27-29.
- Besnard, G., Khadari, B., Villemur, P., & Berville, A. (1999). 'Cytoplasmic male sterility in 1270 Iranian Journal of Plant Physiology, Vol (5), No (2) the olive (*Olea europaea* L.)'. *Theoretical and Applied Genetics*, 100: 1018-1024.
- Bini, G., & Lensi, M. (1981). Osservazioni su alcuni aspetti dell 'ontogenesi florale nell 'olivo. rivista-della-ortoflorofruitticoltura-Italiana, 65: 371-380.
- Conner, D.J., & Fereres, E. (2005). 'The physiology of adaptation and yield expression in olive'. *Horticultural Reviews*, 31: 155-229.
- Cuevas, J., & Polito, V.S. (1997). Compatibility relationships in 'Manzanillo' olive. *Horticultural Science* 32:1056-1058.
- Cuevas, J., Pinillos, V., & Polito, V.S. (2009). Effective pollination period for 'Manzanillo' and 'Picual' olive trees. *J. Horticultural Science Biotech.* 84:370-374.
- Çavuşoğlu, A. (1970). Ege Bölgesinin Önemli zeytin çeşitlerinin Döllenme Biyolojisi Üzerine Araştırmalar. E.Ü: Ziraat Fakültesi, Uzmanlık Tezi.
- Dimassi, K., Therios, I., & Balatsos, A. (1999). The blooming period and self-fruitfulness in twelve Greek and three foreign olive cultivars'. *Acta Horticulturae*, 474: 275-278.
- El-Kholy, M. (2001). Olive fruit set - How it really happens. The Olive Press, 14-16.
- Eti, S. (2009). Döllenme biyolojisi lisansüstü doktora ders notları, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana (Yayınlanmamış).
- Fabbri, A., Bartolini, G., Lambardi, M., & Kailis, S.G. (2004). Olive Propagation Manual. Landlinks Press. Collingwood, VIC, Australia.
- Farinelli, D., Boco, M., & Tombesi, A. (2006). Results of four years of observations on self sterility behaviour of several olive cultivars and significance of cross pollination. *Proceedings Second International Seminar Olivebiotech 2006*, Mazara del Vallo (TP), 5-10 November, pp. 275-282.
- Ghrisi, N., Boulouha, B., Benichou, M., & Hilali, S. (1999). Agro-physiological evaluation of the phenomenon of pollen compatibility in olive. Case of the mediterranean collection at the menara station, Marrakech. *Olivae*, 79: 51-59.
- Griggs, W.H., Hartmann, H.T., Bradley, M.V., Iwakiri, B.T., & Whisler, J.E. (1975). Olive pollination in California. Division of Agricultural Sciences, University of California, California, U.S.A.
- Kaplan, M., & Arıhan, S.K. (2012). "Antik çağdan günümüze bir şifa kaynağı: zeytin ve zeytinyağının halk tıbbında kullanımı", *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 52(2): 41-56.
- Kaya, H., & Tekintaş, F.E. (2006). Aydın ilinde yetiştirilen yamalak sarısı mahalli zeytin çeşidinin fenotipik

- özelliklerinin tanımlanması. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3: 69-76.
- Küçükkömürler, S., & Erdem, Z. (2008). "Barışın simgesi zeytin ve Anadolu kültürü", ICANAS-38.10-15 Eylül (Bildiri Kitabı. s.809-820), Ankara. (www.ayk.gov.tr) Lodge.
- Lavee, S., & Datt, Z. (1978). The necessity of cross pollination for fruit set of Manzanillo olives. *Journal of Horticultural Science*, 53: 261-266.
- Lavee, S. (1986). 'Olive', p. 261-276. In: Monselise, S.P. (Ed.). *Handbook of Fruit Set and Development*. CRC Press, Boca Raton Fl.
- Lavee, S. (1990). Aims, methods, and advances in breeding of new olive (*Olea europaea* L. Cultivars. *Acta Horticulturae*, 286: 23-36
- Lavee, S. (1998). Zeytinin biyolojisi ve fizyolojisi. Dünya zeytin ansiklopedisi. Uluslararası Zeytinyağı Konseyi, İspanya, s. 61 -110.
- Lavee S, Taryan J, Levin J, & Haskal A. (2002). The significance of cross-pollination for various olive cultivars under irrigated intensive growing conditions. *Olivae*. 91:25-36.
- Martin, G.C. (1990). Olive flower and fruit population dynamics. *Acta Horticulturae*, 286: 141-153.
- Mekuria G.T., Collins G.G., & Sedgley M. (1999). Genetic variability between different accessions of some common commercial olive cultivars. *J Hortic Sci Biotech*. 74:309-314.
- Mete, N. (2009). Bazı zeytin çeşitlerinin dölleme biyolojisi üzerine araştırmalar. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yüksek Lisans Tezi.
- Mete, N., & Mısırlı, A. (2009). Bazı zeytin çeşitlerinin dölleme biyolojisi üzerinde araştırmalar. BBAD/2008/1/06/01 No.lu Tagem projesi. Aralık 2009, İzmir.
- Mete, N., Mısırlı, A., & Çetin, Ö. (2012). Determining the biology of fertilization and pollinators in some olive cultivars. Proceedings of the 4th international conference on "Olive Culture and Biotechnology of Olive Tree Products" pp:69-74.
- Mete, N., & Çetin, Ö. (2017). Kilis yağlık zeytin çeşidinde dölleme sorununun araştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4):376-384.
- Moutier, N. (2000). Self-fertility and inter-compatibilities of sixteen olive varieties. Proceedings of the Fourth International Symposium on Olive Growing. International Society of *Horticultural Science*.pp. 209-211. Bari, Italy.
- Moutier, N. (2002). Self-fertility and inter-compatibilities of sixteen olive varieties. *Acta Horticulturae*, 586: 209-21.
- Rallo, L., Cuevas, & J., Rapoport, H.F. (1990). Fruit set pattern in self and open pollinated olive cultivars. *Acta Horticulturae*, 286: 219-222.
- Sharma, P.C., Thakur, D.R., & Sharma, M.R. (1976). Pollination and fruit development studies in olive, *Olea europaea*. *Food Farming and Agriculture*, 8: 24-26.
- Sibbett, S.G., Freeman, M., Ferguson, L., & Polito, V.S. (1992). Effect of topically applied 'Sevillano' pollen on normal seeded and parthenocarpic "shotberry" fruit set of 'Manzanillo' olive. *HortTechnology*, 2: 228-230.
- Sibbett, G.S., & Osgood, J. (1994). Site selection and preparation, tree spacing, and design, planting, and initial training. In *Olive Production Manual*, 31-37 (Eds L. Ferguson, G. S. Sibbett and G. C. Martin). Publication 3353. University of California, Davis, CA, U.S.A.
- Singh, R.P., & Kar, P.L. (1980). Compatibility studies in some olive cultivars. *Progressive Horticulture*, 12: 9-15.
- Sütçü, A.R. (1980). Gemlik zeytininin dölleme biyolojisi üzerine araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fakültesi Uzmanlık Tezi.
- Taslimpour, M.R., Bonyanpour, A. R., & Rahemi, M. (2008). Determining the best pollenizer of olive [*Olea europaea* (L.) (cv. 'Dezfoul')] in Fars Province. *American Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 4 (6):682-686.
- Ugrinovic, K., & Stampar, F. (1996). Fertilization of olive (*Olea europaea* L.) cultivars 'Istrska Belica', 'Pendolino' and 'Leccino' by different pollinators. *Zbornik Biotehniške Fakultete Univerze v Ljubljani, - Kmetijstvo*, 67: 183-188.
- Wu, S.B., Collins, G., & Sedgley, M. (2002). Sexual compatibility within and between olive cultivars. *J Hortic Sci Biotech*, 77:665-673.



# Effects of silicon to salt stress on strawberry plant

## *Silisyumun çilek bitkisinde tuz stresine etkileri*

Servet ARAS<sup>1\*</sup> , Ahmet EŞİTKEN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 66200, Yozgat, Turkey

<sup>2</sup>Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 42030, Konya, Turkey

### To cite this article:

Aras, S. & Eşitken, A. (2018). Effects of silicon to salt stress on strawberry plant. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 478-483. DOI: 10.29050/harranziraat.436131

### Address for Correspondence:

Servet ARAS  
e-mail:  
servet.aras@bozok.edu.tr

### Received Date:

25.06.2018

### Accepted Date:

28.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ABSTRACT

Strawberry is often affected by salinity due to poor drainage and excessive fertilization. Silicon application is becoming a feasible and cheap treatment to relieve the damages of salt stress. In the current study, the effects of silicon was investigated on plant growth, relative chlorophyll content and stomatal conductance of strawberry plant. A strawberry plant (*Fragaria × ananassa* Duch.) cv Kabarla was chosen for the experiment with following a randomized plot design involving three replications, with three plants per replication. Up until the start of the experiment, all plants were irrigated with tap water and 1 month later plants were applied with three different  $\text{CaSiO}_3$  doses (0.5, 1 and 2 mM) and were watered with 35 mM NaCl solution. Control and salt plants were not applied with  $\text{CaSiO}_3$ , salt plants were watered with NaCl solution compared to control. Three months after the salinity (in March), many plant growth properties such as root volume, root tissue density, root mass ratio, shoot mass ratio, were evaluated. End of the study, salt decreased root volume by 37% compared to the control, while 1 mM Si decreased 26%. Root tissue density was significantly reduced when plants were subjected to salt stress. Compared to the control group, salt decreased root tissue density by 34%, while 0.5 mM Si declined by 2%. As a result, Si diminished the adverse effects of salt stress on strawberry plant growth.

**Key Words:** Plant growth, Salt stress, Silicon, Strawberry

### Öz

Çilek bitkisi yetersiz drenaj ve aşırı gübrelemeden dolayı tuzluluktan etkilenmektedir. Silisyum, tuz stresinin zararlı etkilerini azaltmada hem uygun hem de ucuz bir uygulamadır. Çalışmamızda silisyumun; bitki gelişimi, nispi klorofil içeriği ve stoma iletkenliği üzerine etkileri araştırılmıştır. Kabarla çilek çeşidi çalışma için seçilmiş ve deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Deneme başlayana kadar tüm bitkiler musluk suyu ile sulanmıştır ve dikimden 1 ay sonra bitkilere 3 farklı dozda  $\text{CaSiO}_3$  (0.5, 1 ve 2 mM) uygulanmış ve 35 mM NaCl çözeltisi verilmiştir. Kontrol ve tuz bitkilerine  $\text{CaSiO}_3$  uygulanmamış olup tuz uygulanan bitkiler kontrol bitkileriyle kıyas edilmiştir. Üç aylık tuz stresinden sonra (Mart ayında) kök hacmi, kök yoğunluğu, kök ağırlık oranı, sürgün ağırlık oranı gibi birçok bitki büyüme özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, tuz kök hacmini kontrol grubuna kıyasla %37 azaltırken, 1 mM Si %26 azaltmıştır. Tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde kök yoğunluğu önemli derecede azalmıştır. Kontrol grubuna kıyasla, tuz grubu bitkileri kök yoğunluğunu %34 azaltırken, 0.5 mM silisyum %2 azaltmıştır. Sonuç olarak, silisyum çilek bitkilerinde tuz stresinin zararlı etkilerini azaltmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki gelişimi, Tuz stresi, Silisyum, Çilek



## Introduction

Salt stress is one of the most critical environmental stresses impairing the productivity of many horticultural crops, affecting about 20% of the world's cultivated land (Cao, et al., 2018). Increasing soil salinity possess a major threat to plant growth and production of crops worldwide, especially in the regions of poor drainage, excessive fertilization and near seashore lands (Chinnusamy et al., 2005; Aras & Eşitken, 2018). Growth and yield reductions due to the presence of salt stress have been reported for many plants (Akçay & Eşitken, 2017; Kaya & İnan, 2017; Aras & Eşitken, 2018; Çebi et al., 2018). Strawberry has been suggested to be salt-affected and can result diminish in strawberry fruit yield and quality (Garriga et al., 2015). Salt-induced morpho-physiological alterations in strawberry have been reported (Turhan & Eris, 2005; Özlem & Yıldız, 2014). Among soluble salts, sodium chloride (NaCl) is the dominant salt type with malignant effects on plant growth and fruit production (Pessarakli & Szabolcs, 2010). The major influences of NaCl salinity on strawberry include accelerating leaf necrosis, senescence, peroxidation of lipids and decrease in photosynthesis (Pırlak & Eşitken, 2004; Turhan et al., 2008; Tanou et al., 2009).

In regard with several detrimental effects of salt stress on strawberry plant, finding a suitable strategy is of great importance. Many management practices such as use of salt tolerant varieties, seed priming and treatment of chemicals promoting growth can be applied plants in order to acquiring salinity tolerance (Shaka et al., 2016). Moreover, the strategies for removing the inhibitory effect of salt stress on plant growth such as using beneficial mineral nutrients can be applied to plants. In recent years, use of silicon (Si) as a new approach has been put forward and has yielded very promising results. Silicon is the second most abundant element which is ubiquitously present in the environment (Broadley et al., 2002). Silicon nutrition has been shown as an important application to mitigate

enviromental stresses (Zhu et al., 2006; Pavlovic et al., 2013). Furthermore, the ameliorative effects of Si have been well documented in inducing salt tolerance in many crops (Liang et al., 2005; Murillo-Amador et al., 2007; Dehghanipoodeh et al., 2016). Root-applied Si is an important approach to decrease the undesirable effects of salt stress on plants. Some researchers have been reported that Si treatment leads to reinforcement of cell walls due to deposition of Si in the form of amorphous silica that decrease the translocation of salts to the shoots (Wang et al., 2004). Liang et al. (2003) used Si to reduce the damaging effects of salt stress on barley plant, and reported that silicon-induced cell membrane integrity, stability and function of barley plant may be closely associated with enhanced salt tolerance.

Strawberry is one of the most important berry fruits which is widely distributed around the world with a large scale and is sensitive to salt stress. In this research, the effects of different concentrations of silicon were investigated on several characteristics such as root volume, root tissue density, root mass ratio, shoot mass ratio, root:shoot dry weight, SPAD and stomatal conductance in the presence or absence of salt stress in strawberry plant.

## Material and Methods

### *Pot trials and experimental design*

The study was conducted in 2015 (in November)- 2016 (in March) in a heated greenhouse of Department of Horticulture at Selcuk University in Turkey. A strawberry plant (*Fragaria × ananassa* Duch.) cv Kabarla was chosen for the experiment with following a randomized plot design involving three replications, with three plants per replication and was planted in 5 L pots filled with mixture of soil, peat and perlite in a volume proportion of 1:4:1 in November in 2015. Up until the start of the experiment, all plants were irrigated with tap water and 1 month later plants were applied with three different CaSiO<sub>3</sub> doses (0.5, 1 and 2 mM)

and were watered with 35 mM NaCl solution. We chose 35 mM dose for NaCl treatment, because that dose is used in many studies and reveals the symptoms of moderate salt stress for strawberry (Kaya et al., 2002; Keutgen & Pawelzik, 2008; Karlidag et al., 2011). Control and salt plants were not applied with CaSiO<sub>3</sub>, salt plants were watered with NaCl solution compared to control. Irrigation was performed once two days and excess solution was allowed to drain from the pot. Three months after the salinity (in March), many plant growth properties were evaluated.

*Growth measurements and physiological determinations*

The growth promoting effects of CaSiO<sub>3</sub> treatments were evaluated by determination of root volume, root and shoot dry and fresh weights. Root and shoot dry weights were measured after drying the plant material at 70°C for 48-72 hours. The value of root:shoot dry weight was calculated as dry weights of root/shoot. Moreover, root volume, root mass ratio (RMR, root dry weight/whole dry weight, g g<sup>-1</sup>), shoot mass ratio (SMR, shoot dry weight/whole dry weight, g g<sup>-1</sup>), and root tissue density (RTD, root dry weight/root volume, g cm<sup>-3</sup>) were calculated as reported previously (Lupini, et al., 2016).

Relative chlorophyll (SPAD) value was measured with a Minolta SPAD-502 chlorophyll

meter (Minolta Camera Co, Ltd, Osaka, Japan). Stomatal conductivity was conducted on the youngest fully expanded leaves on upper branches of the plants with leaf porometer.

Statistical analyses were performed with the statistical software package SPSS, version 20.0. The means were compared by the Duncan's test at 5%.

**Results**

In order to investigate Si during moderate salinity, prior to the salt stress period strawberry plants were treated with exogenous CaSiO<sub>3</sub>. During the study, plants began to display visible symptoms of salt stress after 2 months of exposure to salinity.

To demonstrate the effect of Si pretreatment on strawberry growth under salinity condition, root volume, root tissue density, root mass ratio and shoot mass ratio were determined. With prolonged stress, salt treatment limited root volume and root tissue density and Si treatment provided better plant growth (Table 1). Salt decreased root volume by 37% compared to the control, while 1 mM Si decreased %26. Root tissue density was significantly reduced when plants were subjected to salt stress. Compared to the control group, salt decreased root tissue density by 34%, while 0.5 mM Si declined 2%.

Table 1. Effect of silicon on plant growth  
*Çizelge 1. Silisyumun bitki gelişimine etkisi*

Uygulamalar Treatments	Root volume (cm <sup>3</sup> ) <i>Kök Hacmi (cm<sup>3</sup>)</i>	Root tissue density (g cm <sup>-3</sup> ) <i>Kök yoğunluğu (g cm<sup>-3</sup>)</i>	Root mass ratio (g g <sup>-1</sup> ) <i>Kök ağırlık oranı (g g<sup>-1</sup>)</i>	Shoot mass ratio (g g <sup>-1</sup> ) <i>Sürgün ağırlık oranı (g g<sup>-1</sup>)</i>	Root:shoot dry weight <i>Kuru kök: kuru sürgün</i>
Control <i>Kontrol</i>	45.0 a	0.117 a	0.269 ab	0.740	0.363
Salt <i>Tuz</i>	28.3 b	0.077 b	0.211 b	0.737	0.286
CaSiO <sub>3</sub> (0.5 mM) + Salt <i>CaSiO<sub>3</sub> (0.5 mM) + Tuz</i>	31.6 b	0.115 a	0.266 ab	0.739	0.359
CaSiO <sub>3</sub> (1 mM) + Salt <i>CaSiO<sub>3</sub> (1 mM) + Tuz</i>	33.3 ab	0.093 ab	0.282 a	0.747	0.377
CaSiO <sub>3</sub> (2 mM) + Salt <i>CaSiO<sub>3</sub> (2 mM) + Tuz</i>	31.6 b	0.100 ab	0.304 a	0.753	0.403

Means separation within column by Duncan's multiple range test, P<0.05  
Ortalamlar Duncan'ın çölu karşılaştırma testine göre ayrılmıştır, P<0.05

Salt treatment limited root mass ratio and Si applied salted plants overcame salinity damages and provided better root mass ratio compared to the control. 2 mM Si application increased root mass ratio 13% compared to the control. However, exogenous application of Si showed non-significant effects on shoot mass ratio. We concluded that Si pretreatment significantly ( $P < 0.05$ ) alleviated the inhibition of plant growth under salt stress.

SPAD values and stomatal conductance of all treatments were presented in Table 2. A marked decrease in SPAD value was observed in salt treated plant leaves by 16% compared to control. The treatments did not significantly affect the stomatal conductance. However, salt treatment caused decrease in stomatal conductance by 8% compared to control. Moreover, Si applications increased stomatal conductance by 16-19% compared to control.

Table 2. Effect of silicon on SPAD and stomatal conductance  
*Çizelge 2. Silisyumun SPAD ve stoma iletkenliğine etkisi*

Uygulamalar Treatments	SPAD	Stomatal conductance ( $m$ $mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ) Stoma iletkenliği ( $m\ mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ )
Control <i>Kontrol</i>	45.46 a	111.60
Salt <i>Tuz</i>	38.40 b	102.83
CaSiO <sub>3</sub> (0.5 mM) + Salt <i>CaSiO<sub>3</sub> (0.5 mM) + Tuz</i>	39.66 b	132.96
CaSiO <sub>3</sub> (1 mM) + Salt <i>CaSiO<sub>3</sub> (1 mM) + Tuz</i>	40.83 b	131.96
CaSiO <sub>3</sub> (2 mM) + Salt <i>CaSiO<sub>3</sub> (2 mM) + Tuz</i>	41.53 ab	129.03

Means separation within column by Duncan's multiple range test,  $P < 0.05$   
Ortalamalar Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre ayrılmıştır,  $P < 0.05$

## Discussion

Salinity is an adverse environmental factor limiting strawberry growth and yields (Turhan & Eriş, 2007; Keutgen & Pawelzik, 2008). Thus, searching an effective way of mitigation salinity damage in strawberry plants is important for strawberry production. Silicon has been demonstrated to protect many plants against salt stress. However, little information is available on the involvement of Si in growth of strawberry

plant under salt stress. In the current study, we investigated the growth impacts of Si on strawberry plant under salinity condition.

Salinity caused a significant reduction on plant growth. Our study showed that root growth was more inhibited by NaCl than shoot growth. Roots are the most vulnerable part of the plant due to being directly exposed to salt, but nevertheless they are surprisingly robust (Meloni et al., 2004). Apparently, in the present study less carbon was distributed to the roots of the salt plants and dry matter was allocated to roots with 1 and 2 mM Si applications. Si applications provided higher root and shoot mass ratios compared to control plants. Higher organic matter accumulation by Si application may be related salt tolerance against salt stress. Organic solutes may contribute to osmotic adjustment, protecting cell structure and function (Hasegawa et al., 2000; de Lacerda, et al., 2005).

In the plant growth model proposed by Thornley (1972), the growth depends on the supply of carbon from shoot and nitrogen from roots to shoots. In our work, 1 and 2 mM Si applications led to increase in biomass in roots, therefore, led an elevation in biomass partitioning towards the roots, where as salt stress favoured biomass partitioning towards the shoots. Preferential partitioning of carbon to the roots and increase in root-shoot dry weight ratio under salt stress condition are also well documented for tomato plants treated by calcium sulphate (Tuna et al., 2007).

In the current experiment, salt stress impaired the strawberry growth and the decrease in plant growth subjected to stresses is often associated with decline in photosynthesis (Hu et al., 2013). Chlorophyll plays a pivotal role in photosynthesis and chlorophyll breakdown is a common process under salt stress (Moradi & Ismail, 2007; Mehta et al., 2010). In our study, there are significant inhibitions of the chlorophyll reductions by Si compared to control. The inhibition of the chlorophyll loss by Si attributed the plant growth via prevention of the photosynthesis reduction. Haghighi and Pessaraki (2013) also reported Si

application prevented the chlorophyll loss in tomato plant under salinity condition. Salinity-inhibition of plant growth may be also due to the stomatal closure. The treatments did not significantly affect the stomatal conductance. However, salt treatment decreased stomatal conductance and Si applications caused increases in stomatal conductance compared to control.

Our study showed that salt stress restricted the growth of strawberry plant and pre-treatment Si increased plant growth significantly under salt stress. The positive effect of the Si application was more pronounced on the data of increased root mass ratio, shoot mass ratio and root:shoot dry weight. The promotion of plant growth by silicon under salt stress condition may be attributed to reinforcement of the cell walls and membranes by acting as a physical barrier. Moreover, the larger plant growth could be explained by the effect of Si on the prevention of the chlorophyll loss and increasing stomatal conductance, consequently hampering the photosynthesis reduction. Thus, Si diminished the adverse effects of salt stress on strawberry plant growth. This may help improve the growth of commercial strawberry grown worldwide.

## References

- Akçay, D., & Eşitken, A. (2017). MM106 Anacı ve üzerine aşılı Golden Delicious elma çeşidine tuz stresinin etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2), 228-232.
- Aras, S., & Eşitken, A. (2018). Physiological responses of cherry rootstocks to short term salinity. *Erwerbs-Obstbau*, 60(2), 161-164.
- Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Ma, J.F., Rengel, Z., & Zhao, F. (2002). Beneficial elements. In: P. Marschner, (Ed.), *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (pp. 249–269). San Diego, USA.
- Cao, D., Li, Y., Liu, B., Kong, F., & Tran, L. S. P. (2018). Adaptive mechanisms of soybean grown on salt-affected soils. *Land Degradation & Development*, 29(4), 1054-1064.
- Chinnusamy, V., Jagendorf, A., & Zhu, J. K. (2005). Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science*, 45(2), 437-448.
- Çebi, Ü. K., Özer, S., Altıntaş, S., Öztürk, O., & Yurtseven, E. (2018). Farklı sulama suyu kalitesi ve su düzeylerinin serada yetiştirilen domates bitkisinin verim ve su kullanım etkinliği üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 33-46.
- de Lacerda, C. F., Cambraia, J., Oliva, M. A., & Ruiz, H. A. (2005). Changes in growth and in solute concentrations in sorghum leaves and roots during salt stress recovery. *Environmental and Experimental Botany*, 54(1), 69-76.
- Dehghanipoodeh, S., Ghobadi, C., Baninasab, B., Gheysari, M., & Bidabadi, S. S. (2016). Effects of potassium silicate and nanosilica on quantitative and qualitative characteristics of a commercial strawberry (*Fragaria x ananassa* cv. 'camarosa'). *Journal of Plant Nutrition*, 39(4), 502-507.
- Garriga, M., Muñoz, C. A., Caligari, P. D., & Retamales, J. B. (2015). Effect of salt stress on genotypes of commercial (*Fragaria x ananassa*) and Chilean strawberry (*F. chiloensis*). *Scientia Horticulturae*, 195, 37-47.
- Haghighi, M., & Pessarakli, M. (2013). Influence of silicon and nano-silicon on salinity tolerance of cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) at early growth stage. *Scientia Horticulturae*, 161, 111-117.
- Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., & Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Biology*, 51(1), 463-499.
- Hu, W. H., Yan, X. H., Xiao, Y. A., Zeng, J. J., Qi, H. J., & Ogwen, J. O. (2013). 24-Epibrassinosteroid alleviate drought-induced inhibition of photosynthesis in *Capsicum annuum*. *Scientia Horticulturae*, 150, 232-237.
- Karlıdag, H., Yildirim, E., & Turan, M. (2011). Role of 24-epibrassinolide in mitigating the adverse effects of salt stress on stomatal conductance, membrane permeability, and leaf water content, ionic composition in salt stressed strawberry (*Fragaria x ananassa*). *Scientia horticulturae*, 130(1), 133-140.
- Kaya, A., & İnan, M. (2017). Tuz (NaCl) Stresine Maruz Kalan Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) Bitkisinde Bazı Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Salisilik Asidin Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3), 332-342.
- Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D., & Saltali, K. (2002). Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Scientia Horticulturae*, 93(1), 65-74.
- Keutgen, A. J., & Pawelzik, E. (2008). Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. *Food Chemistry*, 107(4), 1413-1420.
- Liang, Y., Chen, Q. I. N., Liu, Q., Zhang, W., & Ding, R. (2003). Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Plant Physiology*, 160(10), 1157-1164.
- Liang, Y., Zhang, W., Chen, Q., & Ding, R. (2005). Effects of silicon on H<sup>+</sup>-ATPase and H<sup>+</sup>-PPase activity, fatty acid composition and fluidity of tonoplast vesicles from roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 53(1), 29-37.
- Lupini, A., Sorgonà, A., Princi, M. P., Sunseri, F., & Abenavoli, M. R. (2016). Morphological and physiological effects of trans-cinnamic acid and its hydroxylated derivatives on maize root types. *Plant Growth Regulation*, 78(2), 263-273.
- Mehta, P., Jajoo, A., Mathur, S., & Bharti, S. (2010). Chlorophyll a fluorescence study revealing effects of

- high salt stress on Photosystem II in wheat leaves. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(1), 16-20.
- Meloni, D. A., Gulotta, M. R., Martínez, C. A., & Oliva, M. A. (2004). The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycinebetaine accumulation in *Prosopis alba*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 16(1), 39-46.
- Moradi, F., & Ismail, A. M. (2007). Responses of photosynthesis, chlorophyll fluorescence and ROS-scavenging systems to salt stress during seedling and reproductive stages in rice. *Annals of Botany*, 99(6), 1161-1173.
- Murillo-Amador, B., Yamada, S., Yamaguchi, T., Rueda-Puente, E., Ávila-Serrano, N., García-Hernández, J. L., ... Nieto-Garibay, A. (2007). Influence of calcium silicate on growth, physiological parameters and mineral nutrition in two legume species under salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193(6), 413-421.
- Özlem, Ü., & Yıldız, K. (2014). Bazı çilek (*Fragaria x ananassa* L.) çeşitlerinin tuz stresine tepkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2), 159-167.
- Pavlovic, J., Samardzic, J., Maksimović, V., Timotijevic, G., Stevic, N., Laursen, K. H., ... Nikolic, M. (2013). Silicon alleviates iron deficiency in cucumber by promoting mobilization of iron in the root apoplast. *New Phytologist*, 198(4), 1096-1107.
- Pessarakli, M., & Szabolcs, I., 2010. Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors. In: M. Pessarakli, (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress* (pp: 3–21). Boca Raton: CRC Press.
- Pirlak, L., & Eşitken, A. (2004). Salinity effects on growth, proline and ion accumulation in strawberry plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 54(3), 189-192.
- Shakar, M., Yaseen, M., Mahmood, R., & Ahmad, I. (2016). Calcium carbide induced ethylene modulate biochemical profile of *Cucumis sativus* at seed germination stage to alleviate salt stress. *Scientia Horticulturae*, 213, 179-185.
- Tanou, G., Molassiotis, A., & Diamantidis, G. (2009). Induction of reactive oxygen species and necrotic death-like destruction in strawberry leaves by salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 65(2-3), 270-281.
- Thornley, J. H. M. (1972). A balanced quantitative model for root: shoot ratios in vegetative plants. *Annals of Botany*, 36(2), 431-441.
- Tuna, A. L., Kaya, C., Ashraf, M., Altunlu, H., Yokas, I., & Yagmur, B. (2007). The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 173-178.
- Turhan, E., & Eris, A. (2005). Changes of micronutrients, dry weight, and chlorophyll contents in strawberry plants under salt stress conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(7-8), 1021-1028.
- Turhan, E., & Eriş, A. (2007). Growth and stomatal behaviour of two strawberry cultivars under long-term salinity stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(1), 55-61.
- Turhan, E., Gulen, H., & Eris, A. (2008). The activity of antioxidative enzymes in three strawberry cultivars related to salt-stress tolerance. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30(2), 201-208.
- Wang, Y., Stass, A., & Horst, W. J. (2004). Apoplastic binding of aluminum is involved in silicon-induced amelioration of aluminum toxicity in maize. *Plant Physiology*, 136(3), 3762-3770.
- Zhu, J., Liang, Y., Ding, Y., & Li, Z. (2006). Effect of silicon on photosynthesis and its related physiological parameters in two winter wheat cultivars under cold stress. *ACTA Agronomica Sinica*, 39(9), 1780-1788.



# Domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde üretici ve çeşit faktörlerinin yaprak ve meyvedeki bitki besin maddesi konsantrasyonu üzerine etkisi

## *Effect of the producer and cultivar factor on leaf and fruit plant nutrient concentration in growing tomato (*Solanum lycopersicum* L.)*

Gafur GÖZÜKARA<sup>1\*</sup>, Mustafa KAPLAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Eskişehir

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya

### To cite this article:

Gözükara, G. & Kaplan, M. (2018). Domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde üretici ve çeşit faktörlerinin yaprak ve meyvedeki bitki besin maddesi konsantrasyonu üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 484-495. DOI: 10.29050/harranziraat.430257

### Address for Correspondence:

Gafur GÖZÜKARA  
e-mail:  
gafurgozukara@ogu.edu.tr

### Received Date:

04.06.2018

### Accepted Date:

12.10.2018

### Öz

Bitkilerin genetik kapasitesi bitki besin maddesi içeriğini, verim ve meyve kalitesini etkilemektedir. Birçok araştırmacı tarafından göz ardı edilen üretici faktörü ise, bitki besin maddesinin konsantrasyonlarına bağlı olarak ürün verim ve kalitesindeki diğer önemli varyasyon kaynağıdır. Araştırma ile birlikte, çeşit ve üretici faktörlerinin yaprak ve meyvede besin maddesi konsantrasyonu üzerine etkilerini karşılaştırmak hedeflenmiştir. Çeşit faktörünün, yaprakta bulunan K, Ca ve Mg konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilirken, üretici faktörünün ise N, P, K, Ca, Mg, Mn ve Zn konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilmiştir. Meyvede bulunan bitki besin elementleri değerlendirildiğinde; çeşit faktörünün P ve Ca konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilirken, üretici faktörünün ise, N, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilmiştir. Yaprak analiz sonuçlarında ortalama üretici faktörünün (%64.80) çeşit faktörüne (%16.34) göre makro ve mikro besin elementleri üzerinde yaklaşık 4 kat daha fazla varyasyona sebep olduğu, meyve analiz sonuçlarında ise ortalama üretici faktörünün (%53.95) çeşit faktörüne (%15.19) göre makro ve mikro besin elementleri üzerinde yaklaşık 3.5 kat daha fazla varyasyona sebep olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, üretici faktörünün çeşit faktörüne göre yaprak ve meyvede bulunan makro ve mikro besin elementleri üzerinde daha fazla varyasyona neden olduğu tespit edilmiştir. İslahçılar tarafından geliştirilen çeşitlerle varyasyon daraltılırken üretici uygulamalarına bağlı varyasyonun artma riski üzerinde çalışılmalıdır. Aksi takdirde, bazı üreticilerin yaprakta ve meyvede bulunan bitki besin maddesi konsantrasyonlarına (noksan/fazla) bağlı verim ve ürün kalitesinde kayıp yaşamaları kaçınılmaz olabilecektir. Bu kayıpların önlenmesinde ise toprak, yaprak ve meyve analiz sonuçlarına dayalı gübrelenmeler önemli bir rol oynayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Sera, Domates, Çeşit, Üretici, Yaprak ve meyve analizi

### ABSTRACT

The genetic capacity determine plant nutrient content, yield and fruit quality of crops. The producer factor ignored by many researchers is the source of other important variations in product yield and quality, depending on the concentrations of the plant nutrient. With the research, it was aimed to compare the effects of varieties and producer factors on the amount of nutrients in leaf and fruit. It was determined that the varieties factor was statistically different



( $p < 0.05$ ) on K, Ca and Mg in the leaf, It was determined that the producers factor was statistically different ( $p < 0.05$ ) on N, P, K, Ca, Mg, Mn and Zn in the leaf. When the plant nutrients found in the fruit are evaluated, It was determined that the varieties factor was statistically different ( $p < 0.05$ ) on P and Ca in the fruit, It was determined that the producers factor was statistically different ( $p < 0.05$ ) on N, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu in the fruit. Leaf analysis results showed that the average producer factor (64.80%) caused about 4 times more variation on the macro and micronutrients than the varieties factor (16.34%), in the fruit analysis results, it was determined that the average producer factor (53.95%) caused about 3.5 times more variation on the macro and micro nutrients than the varieties factors (15.19%). As a result, it has been determined that the producer factor causes more variations on the macro and micro nutrients found in leaves and fruit than in the varieties. While the varieties developed by the breeders are being narrowed down, the risk of increased variability due to producer practices should be studied. Otherwise, the loss of yield and product quality may be inevitable, depending on the concentrations of plant nutrients found in fruit and fruit (deficit / excess) of some producers. Fertilization based on analysis results of soil and plant (leaf and fruit) can play an important role in narrowing this variation.

**Key Words:** Greenhouse, Tomato, Producer, Varieties, Leaf and fruit analysis

## Giriş

Domates Dünya’da ve Türkiye’de en çok üretilip, tüketilen ve ticarete konu olan tarım ürünlerinin başında gelmektedir. Taze, dondurulmuş gıda, kurutulmuş, salçalık, vb. birçok farklı alanlarda kullanılarak insan beslenmesinde vazgeçilmez konumda olan önemli bir sebzedir. Ayrıca, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye’de sofralık ve salçalık olarak 12 750 000 ton üretim miktarı ile en fazla yetiştirilen sebze durumundadır (TÜİK, 2017). Domatesi her geçen gün daha da önemli bir konuma getirerek birim alandan daha yüksek verim ve kalitede ürün elde etmek amacıyla daha iyi genetik özelliklere sahip domates çeşitleri ıslah edilmektedir. Geliştirilen bu çeşitlerin genetik özellikleri, üretim aşamasındaki uygulamalar ve yetiştirildiği alanlardaki toprak özellikleri bitkilerin besin maddesi konsantrasyonu ve meyve kalitesini etkilemektedir (Sacks ve Francis 2001; Gomez ve ark. 2001; Martinez-Valverde ve ark. 2002; Lenucci ve ark.2006; Tigist ve ark. 2013; Tuna ve Atunay 2017; Gözükara ve Kaplan 2017; Çebi ve ark., 2018). Bitkilerin genetik özellikleri, topraktan besin elementi alım yeteneklerine yön veren önemli bir olgudur. Bitkiler aynı toprak ve çevre koşullarında yetiştirmelerine ve aynı kültürel uygulamalara maruz kalmalarına rağmen yetiştirildikleri topraktan ya da uygulanan gübreden değişik oranlarda yararlanmaktadır. Bir çeşit, olumsuz ortam koşullarına rağmen, herhangi bir besin elementinden kolaylıkla

yararlanabilirken, bir başka çeşidin yararlanmadığı görülebilmektedir (Clark ve Gross 1986; Bergmann 1992; Marschner 1995; Wrona 2006). Bitki yaşı, gelişme durumu, bitki türü, çeşidi, kök sisteminin yapısı vb. olarak adlandırılacak çeşidin genetik özellikleri, bitkilerin topraktan kaldırmış olduğu besin elementi miktarlarını farklı derecelerde etkileyebilmektedir (Kacar 1995; Marschner 1996; Erdal ve ark. 2006). Yapılan birçok araştırmada aynı sera koşullarında uygulamalara karşı farklı domates çeşitlerinin yaprak veya meyvelerindeki bitki besin maddesi konsantrasyonlarındaki değişim aralıkları üzerinde çalışılmıştır (Zaller, 2007; Guil-Guerrero ve Reboloso-Fuentes, 2009; Budak ve Erdal 2016; Ekincialp, 2018). Fakat birçok araştırmacı tarafından göz ardı edilen üretici faktörü ise, bitki besin maddesinin konsantrasyonlarına bağlı olarak ürün verim ve kalitesindeki diğer önemli varyasyon kaynağıdır. Gözükara ve Kaplan (2017)’e göre üretici faktörü altında değerlendirilen; toprak özellikleri, gübreleme (kimyasal veya organik) ve kültürel uygulama farklılıkları yüksek genetik özelliklere sahip çeşitlerde dahi ürün verimi ve kalitesinde yüksek varyasyona neden olabilmektedir. Bu veriler doğrultusunda, ıslah ve pazarlama firmaları çeşitlerin en iyi performansı elde edilebileceği toprak özellikleri, kültürel uygulamalar ve gübreleme isteği hakkında üreticilere yeterli bilgi sunmaları çeşitlerin ve üreticilerin başarısı bakımından zorunlu gözükmektedir (Gözükara ve Kaplan 2017). Aksi durumda çeşitlerin bitki besin

maddesi içeriğine bağlı olarak verim ve kalitelerinde çok yüksek varyasyonların görülmesi ve buna bağlı sorunlar ile birlikte, ıslah firmalarının çeşit pazarına sık sık yeni çeşit önerme zorunlulukları devam edecektir (Gözükara ve Kaplan 2017). Üreticilerin bitki besin maddesi konsantrasyonlarına bağlı olarak ürün verim ve kalite kayıpları sonucunda sık sık sadece yeni çeşitlere yöneldiği gözlemlenmiştir. Fakat sadece çeşit değiştirme stratejilerine oranla, kendi üretim koşullarına odaklanarak toprak ve yaprak analiz sonuçları doğrultusunda, çeşitlerin isteklerine göre gübreleme yapmanın daha ekonomik ve akılcı bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma ile birlikte, üretici faktörünün (farklı gübre uygulamalarının, toprak özelliklerinin ve kültürel uygulamaların) yaprak ve meyvedeki bitki besin maddesi konsantrasyonu üzerinde çeşit faktörüne

oranla etkisinin daha önemli olduğuna dikkat çekerek üreticilerin yeni ekonomik kayıplarını engellemeye katkı sağlamak hedeflenmiştir.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Bu çalışma, Akdeniz bölgesinde yer alan Antalya ilinin 5 farklı yöresinde (Altınova, Dumanlar, Gaziler, Kırçami ve Varsak) 12 farklı üretici serasında gerçekleştirilmiştir. Yetiştiricik kapsamında, Yeliz (Seminis seed co., US), Lamia (Hazera seed co.,IL), 7806

(Seminis seed co., US), Asil (Bircan seed co., TR) ve Mira (Bircan seed co., TR) hibrit güzlük domates çeşitleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her üretici serasına, fidelerin sıra arası 100 cm ve sıra üzeri 40 cm olacak şekilde her çeşitten 34 adet, dikim işlemi yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Farklı domates çeşitleri ve vejetasyon süresi  
Figure 1. Different tomato cultivars and vegetation period

### Metot

Toprak örnekleri genel kurallara uygun olarak 0-20 ve 20-40 cm derinlikten alınmıştır. Toprak örneklerinin EC ve pH'ları 1:2.5 toprak:su karışımında (Jackson 1967), CaCO<sub>3</sub> içerikleri Scheibler Kalsimetresi kullanılarak (Evliya 1964), bünje hidrometre yöntemine göre (Bouyoucos 1955), organik madde modifiye Walkley-Black metoduna göre (Black 1965) belirlenmiştir. Toplam N modifiye Kjeldahl metoduna göre (Kacar 1995), alınabilir P Olsen metoduna göre (Olsen ve Sommers 1982), ekstrakte edilebilir K, Ca ve Mg analizleri 1 N amonyum asetat (pH=7) metoduna göre (Richards 1954) ve alınabilir Fe, Zn, Mn ve Cu analizleri ise DTPA metoduna göre (Lindsay ve Norwell 1978) yapılmıştır.

Birinci hasattan itibaren ortalama haftada bir hasat olmak üzere, her üretici serasında 9 farklı

hasat ile domates üretim sezonu sonlandırılmıştır. Yaprak ve meyve analizleri için örnekler her üreticinin 5. hasat döneminde alınmıştır. Bitki örnekleri, Geraldson ve ark. (1973), tarafından tarif edildiği şekilde bitkinin üstten itibaren 5. ya da 6. yaprakları alınarak plastik torbalara konulmuş ve en kısa zamanda laboratuara getirilmiştir. Meyve analizleri için 5. hasat döneminde toplanan meyveleri en iyi temsil eden 10 adet meyve örneği alınmıştır. Yaprak ve meyve örnekleri saf su ile yıkanarak, 65 °C'ye ayarlı kurutma dolabında son tartım sabit kalıncaya kadar kurutulmuş ve bitki öğütme değirmeninde öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal 2008). Kurutulmuş yaprak ve meyve örneklerinin N içeriği modifiye Kjeldahl metoduna göre; P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu nitrik-perklorik asit karışımı ile yaş yakılarak elde edilen süzükte ICP-OES (Inductively



Coupled Plasma-OES) kullanılarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal 2008).

### İstatistiksel analizler

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre diyağn edilmiştir. Yaprak ve meyve besin maddesi konsantrasyonlarında üretici etkisi için; blok olarak üreticilerin ortalaması, çeşit faktörünün etkisi için ise; blok olarak çeşitlerin ortalaması alınmıştır. İstatistik analizlerde, MINITAB 16.0 yazılımı ve çoklu karşılaştırma testi olarak ise Tukey tercih edilmiştir (P<0.05).

### En fazla ve en az farkı yüzdesi hesaplaması

Çeşitlerin ve üreticilerin ortalamalama değerlerinde en fazla ve en az değerlerinin

yüzdesi hesaplanırken aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır.

En fazla ve en az farkı yüzdesi (%) = (en fazla değer-en az değer)/en fazla değer

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

#### Araştırma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 12 farklı üretici serasından 0-20 ve 20-40 cm'den alınan toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sınır değerlerine göre sınıflandırılarak Çizelge 1 ve Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Üreticilerin sera toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of soils of producers

Toprak Özellikleri Soil Properties	Sınır Değeri boundary values	Değerlendirme Evaluation	Toprak Derinliği Soil Depth			
			0-20 cm		20-40 cm	
			Sınır Değeri boundary values	Toprak Özellikleri Soil Properties	Sınır Değeri boundary values	Toprak Özellikleri Soil Properties
pH	6.1-6.5	Hafif Asit	-	-	-	-
	6.6-7.3	Nötr	4	33.33	3	25
	7.4-7.8	Hafif Alkalin	8	66.66	9	75
	7.9-8.4	Alkalin	-	-	-	-
	8.5-9.0	Kuvvetli Alkalin	-	-	-	-
	>9.1	Çok Kuvvetli Alkalin	-	-	-	-
EC (dS m <sup>-1</sup> )	<2.5	Tuzsuz	11	91.67	10	83.33
	2.6-4.5	Hafif tuzlu	1	8.33	2	16.67
	4.6-6.9	Orta tuzlu	-	-	-	-
	7.0-10.0	Yüksek tuzlu	-	-	-	-
	>10.0	Aşırı tuzlu	-	-	-	-
CaCO <sub>3</sub> (%)	0-2.5	Düşük Kireçli	-	-	-	-
	2.6-5.0	Kireçli	-	-	-	-
	5.1-10.0	Yüksek Kireçli	4	25	4	25
	10.1-20.0	Çok Yüksek Kireçli	1	9.38	1	9.38
	> 20	Aşırı Kireçli	7	65.62	7	65.62
Organik Madde Organic Matter (%)	0-2	Humusça Fakir	8	66.67	9	75
	2-5	Az Humuslu	4	33.33	3	25
	5-10	Humuslu	-	-	-	-
Bünye Texture		Siltli Tın	-	-	-	-
		Tın	2	16.67	2	16.67
		Kumlu Tın	-	-	-	-
		Kumlu Killi Tın	2	16.67	1	8.33
		Killi Tın	3	25	2	16.67
		Kil	5	41.67	7	58.33
		Kumlu Kil	-	-	-	-
	Siltli Killi Tın	-	-	-	-	

Araştırmanın yapıldığı seralardan alınan toprak örneklerinin pH'sı nötr ve hafif alkalin reaksiyona sahip oldukları belirlenmiştir. Bu değerler; 0-20 cm için 7.13-7.67 ve 20-40 cm için 7.17-7.89

aralığında değişmektedir (Çizelge 1). Antalya' da yapılan farklı bir çalışmada araştırmacılar toprağın yüksek pH seviyesine sahip olduklarını belirtmişlerdir (Sönmez ve ark. 1999; Orman ve

Kaplan 2004; Özkan ve ark. 2009; Maltaş ve Kaplan 2015; Maltaş ve Kaplan 2016; Maltaş ve Kaplan 2018). Araştırmanın yapıldığı sera topraklarının EC değerleri; 0-20 cm için 0.71-4.01 dS m<sup>-1</sup>, 20-40 cm için ise 0.8-3.24 dS m<sup>-1</sup> aralığında değişmektedir (Çizelge 1). Bu farklılıkların ana kaya, iklim ve üreticilerin kendi bilgi ve tecrübeleri doğrultusunda yaptıkları gübrelemedeki alışkanlıkları neticesinde meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Sera topraklarının kireç içerikleri; 0-20 cm için % 5.88-90.53, 20-40 cm için % 5.66-91.62 aralığında değişmektedir (Çizelge 1). Toprakta bulunan aşırı kireç, toprak pH'sını yükseltmekte (Karaman ve ark. 2007) ve yükselen toprak pH'ı nedeniyle başta P ve mikro

elementler olmak üzere bitkinin beslenmesi açısından ciddi problemlerle karşılaşılacağı öngörülmektedir (Havlin 2005; Yıldız 2008). Alınan toprak örneklerinin % organik madde içerikleri; 0-20 cm' lik toprak derinliği için % 0.93-3.34, 20-40 cm' toprak derinliğinde ise % 1.00-2.92 arasında değişim göstermektedir (Çizelge 1). Araştırmanın yürütüldüğü seralarda tekstür kapsamında % tanecik dağılımları; kum içerikleri % 15.28-55.28, % silt içerikleri % 22-62 ve % kil içerikleri % 18.72-42.36 aralığında değişim göstermektedir (Çizelge 1). Yapılan çalışmalarda sera topraklarının bünyelerinin oldukça farklı bir dağılım gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 2. Üretici Seralarının toprak örneklerinin bazı bitki besin elementi içeriklerinin sınır değerlerine göre sınıflandırılması  
Table 2. Classification of some plant nutrient contents of soil samples according to boundary values of producers greenhouse

Toprak Özellikleri Soil Properties	Sınır Değeri boundary values	Değerlendirme Evaluation	Toprak Derinliği Soil Depth			
			0-20 cm		20-40 cm	
			Üretici Serası Greenhouse of Producers	%	Üretici Serası Greenhouse of Producers	%
Toplam N Total N (%)	0.070	Çok Fakir	-	-	-	-
	0.070-0.090	Fakir	1	8.34	1	8.33
	0.091-0.110	Orta	-	-	1	8.33
	0.111-0.130	İyi	4	33.33	2	16.67
Alınabilir P Available P (mg kg <sup>-1</sup> )	0.130<	Çok İyi	7	58.33	8	66.67
	0-5	Düşük	-	-	-	-
	5-10	Orta	-	-	-	-
	>10	Yüksek	12	100	12	100
Değişebilir K Exchangable K (me 100g <sup>-1</sup> )	< 0.255	Çok Düşük	-	-	-	-
	0.256-0.385	Düşük	4	33.33	5	41.67
	0.386-0.510	Orta	3	25	1	8.33
	0.511-0.640	İyi	-	-	-	-
	0.641-0.821	Yüksek	2	16.67	3	25
Değişebilir Ca Exchangable Ca (me 100g <sup>-1</sup> )	0.821 <	Çok Yüksek	3	25	3	25
	< 3.57	Çok Fakir	-	-	-	-
	3.58-7.15	Fakir	-	-	-	-
	7.16-14.30	Orta	3	25	3	25
Değişebilir Mg Exchangable Mg (me 100g <sup>-1</sup> )	14.30 <	İyi	9	75	9	75
	< 0.450	Fakir	-	-	-	-
	0.451-0.950	Orta	3	25	4	33.33
Alınabilir Fe Available Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	0.951 <	İyi	9	75	8	66.67
	0-2.5	Noksan	-	-	-	-
	2.5-4.5	Noksanlık Gösterebilir	1	8.33	1	8.33
Alınabilir Zn Available Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	4.5 <	İyi	11	91.67	12	91.67
	0-0.5	Noksan	-	-	-	-
Alınabilir Mn Available Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	0.5-1.0	Noksanlık Gösterebilir	-	-	-	-
	1.0 <	İyi	12	100	12	100
Alınabilir Cu Available Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	0-1.0	Yetersiz	-	-	-	-
	1.0 <	Yeterli	12	100	12	100
	0-1.0	Yetersiz	-	-	-	-
	1.0 <	Yeterli	12	100	12	100

Toprak örneklerinin toplam N içerikleri; 0-20 cm için 0.09-0.27 ve 20-40 cm için % 0.09-0.24 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Toplam N içeriklerinin Loue (1968)' e göre sınıflandırıldığında genelde iyi ve çok iyi grubunda yer almaktadır. Genelde % organik madde içeriğinin düşük olmasına rağmen toprakların toplam N içeriğinin fazla olması üretim periyodu boyunca uygulanan azotlu kimyasal gübreden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprak örneklerinin alınabilir P konsantrasyonları; 0-20 cm'lik toprak derinliğinde 34.03-193.79 mg kg<sup>-1</sup> arasında, 20-40 cm'lik toprak derinliğinde ise 26.82-189.58 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim göstermektedir (Çizelge 2). Toprakların alınabilir P konsantrasyonları Olsen ve Sommers'in (1982) verdiği sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında, toprak örneklerinin % 100'ünün de yüksek düzeyde alınabilir P konsantrasyonuna sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Toprak örneklerinin değişebilir K konsantrasyonu; 0-20 cm toprak derinliğinde 0.30-1.69 me 100 g<sup>-1</sup>, 20-40 cm toprak derinliğinde ise 0.27-1.49 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). İncelenen sera topraklarının değişebilir K düzeyleri Pizer (1967)'a göre sınıflandırıldığında çok düşükten çok yükseğe kadar değiştiği görülmekle birlikte toprakların 0-20 cm derinlikte yaklaşık %40'ının ve 20-40 cm derinlikte ise % 50 'sinin değişebilir K içeriği bakımından yüksek ve çok yüksek olduğu saptanmıştır. Antalya bölgesinde yapılan bir başka çalışmada ise alınan toprak örneklerinin değişebilir K konsantrasyonu % 75.3'nün çok yüksek ve yüksek, % 13.3'ünün orta, % 11.4'ünün ise düşük ve çok düşük düzeyde olduğu bildirilmiştir (Özkan ve ark. 2009).

Araştırma yapılan seralardan alınan toprak örneklerinin değişebilir Ca konsantrasyonları; 0-20 cm toprak derinliğinde 10.55-17.31 me 100 g<sup>-1</sup>, 20-40 cm toprak derinliği için ise 10.03-17.74 me 100 g<sup>-1</sup> arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 2). Toprakların değişebilir Ca konsantrasyonları Loue'ya (1968) göre değerlendirdiğimizde 0-20 cm toprak derinliğine sahip toprakların % 25'i orta ve % 75'i iyi, 20-40 cm toprak derinliğine sahip

toprakların % 25'i orta ve % 75'i iyi sınıfa girdiği görülmüştür. Görüldüğü gibi domates seralarının Ca beslenmesi bakımından % 75'inin iyi sınıfına dahil olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumda topraklarda Ca beslenmesi açısından problem olmayacağı, ancak başta makro elementlerden P olmak üzere mikro elementlerin alımının topraktaki hareketlerinin ve bitkiler tarafından alınabilirliğinin kısıtlanacağı düşünülmektedir.

Araştırma seralarından alınan toprak örneklerinin değişebilir Mg konsantrasyonları; 0-20 cm toprak derinliğinde 0.61-2.27 me 100 g<sup>-1</sup>, 20-40 cm toprak derinliğinde ise 0.59-2.39 me 100 g<sup>-1</sup> aralığında değiştiği görülmüştür (Çizelge 2). Toprakların değişebilir Mg konsantrasyonları Loue'ya (1968) göre değerlendirdiğimizde 0-20 cm toprak derinliğine sahip toprakların % 25'i orta, % 75'i iyi, 20-40 cm toprak derinliğine sahip toprakların ise % 33.33'ü orta, % 66.67'si iyi düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır.

Toprak örneklerinin alınabilir Fe konsantrasyonları; 0-20 cm toprak derinliğinde 4.02-16.96 mg kg<sup>-1</sup>, 20-40 cm toprak derinliğinde ise 3.54-16.44 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 2). Lindsay ve Norvell'in (1978) verdiği kritik sınır değerlerine göre alınabilir Fe konsantrasyonları 0-20 cm toprak derinliğine sahip toprakların % 8.33'ünde noksan, % 91.67'si ise yeterli, 20-40 cm toprak derinliğine sahip toprakların ise % 8.33'ü noksanlık göstermesi mümkün, % 91.67'si yeterli sınıfına girmektedir.

Toprakların alınabilir Zn konsantrasyonları; 0-20 cm toprak derinliğinde 1.32-13.46 mg kg<sup>-1</sup>, 20-40 cm toprak derinliğinde ise 1.37-11.42 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiği ve Zn'nun %100'ünün yeterlilik sınıfında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Alınabilir Mn konsantrasyonları; 0-20 cm toprak derinliğinde 11.02-65.58 mg kg<sup>-1</sup>, 20-40 cm toprak derinliğinde ise 11.13-45.13 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 2).

Alınabilir Cu konsantrasyonları; 0-20 cm toprak derinliğinde 1.09-19.85 mg kg<sup>-1</sup>, 20-40 cm derinliğinde ise 1.14-15.52 mg kg<sup>-1</sup> aralığında

değişim göstermiştir (Çizelge 2). Lindsay ve Norvell'in (1978) verdiği kritik sınır değerlerine göre toprak örneklerinin alınabilir çinko, bakır ve mangan konsantrasyonları 0-20 cm ve 20-40 cm derinliğine sahip toprakların tamamında (%100) yeterli sınıfına girmektedir. Ancak domates seralarının topraklarının büyük bir çoğunluğunun hafif alkalın ve alkalın toprak pH'sına ayrıca yüksek kireç içeriğine sahip olması nedeniyle de toprakta bulunan alınabilir demir, çinko, mangan ve bakır'ın bitkiler tarafından alınamaz forma dönüşme olasılığı yüksek görünmektedir. Nitekim bu durum pek çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Karaman ve ark. 2007, Karaçal 2008, Kacar ve Katkat 2007; Maltaş ve Kaplan 2016).

#### Yaprak ve meyvede mineral element konsantrasyonları

Çizelge 3 ve 4'de gösterilen yaprakta bulunan bitki besin elementi konsantrasyonu üzerine çeşit ve üretici faktörü değerlendirildiğinde; çeşit faktörünün, K, Ca ve Mg üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilirken, üretici faktörünün ise N, P, K, Ca, Mg, Mn ve Zn üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark

oluşturduğu tespit edilmiştir. Çizelge 6 ve 7'de gösterilen meyvede bulunun bitki besin elementleri değerlendirildiğinde; çeşit faktörünün P ve Ca üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilirken, üretici faktörünün ise, N, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilmiştir.

Yaprak analizi sonucunda bitki besin elementlerinin en fazla ve en az konsantrasyon değerleri çeşitler arasında; N %2.98-2.84, P % 0.19-0.16, K% 2.92-2.18, Ca % 5.63-4.53, Mg % 0.53-0.43, Fe 71.81-66.55 mg kg<sup>-1</sup>, Mn 135.19-118.75 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 25.24-19.17 mg kg<sup>-1</sup> ve Cu 16.21-13.13 mg kg<sup>-1</sup> değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Yaprak analizlerinde yapılan inceleme sonucunda çeşitlerde en fazla ve en az farkı yüzdesi; makro bitki besin elementleri içeriği arasında en fazla değişim aralığının (%25.34) K elementinde, en az değişim aralığının (% 5.00) ise N elementinde olduğu, mikro element içeriği açısından ise en fazla değişim aralığı (%24.05) Zn, en az değişim aralığı (%7.33) ise Fe elementinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 3. Çeşit faktörünün yaprak analizi sonucunda elde edilen bitki besin elementleri üzerine etkisi

Table 3. Effect of varieties factor on plant nutrients obtained from leaf analysis

Çeşitler Varieties	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )
Yeliz	2.90	0.18	2.36 <sup>b</sup>	5.63 <sup>a</sup>	0.43 <sup>b</sup>	66.55	135.19	19.17	16.21
Lamia	2.90	0.16	2.18 <sup>b</sup>	5.32 <sup>ab</sup>	0.49 <sup>ab</sup>	71.81	118.75	23.77	15.17
7806	2.84	0.19	2.92 <sup>a</sup>	4.53 <sup>c</sup>	0.46 <sup>ab</sup>	70.29	134.95	21.60	13.13
455	2.97	0.19	2.35 <sup>b</sup>	5.34 <sup>ab</sup>	0.53 <sup>a</sup>	69.16	128.23	25.24	15.81
622	2.98	0.19	2.51 <sup>ab</sup>	4.98 <sup>bc</sup>	0.50 <sup>ab</sup>	70.35	132.91	22.56	13.40
En az Minimum	2.84	0.16	2.18 <sup>b</sup>	4.53 <sup>c</sup>	0.43 <sup>b</sup>	66.55	118.75	19.17	13.13
En fazla Maximum	2.98	0.19	2.92 <sup>a</sup>	5.63 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	71.81	135.19	25.24	16.21

\* Aynı harf ile gösterilmeyen değerler arasındaki farklar %5 düzeyinde önemlidir ( $P<0.05$ )

Üreticiler arasında yaprak analizi sonuçlarındaki en fazla ve en az konsantrasyon değerleri incelendiğinde; N % 3.57-2.35, P % 0.37-0.12, K % 4.15-1.04, Ca % 6.82-4.32, Mg % 0.72-0.32, Fe 92.22-43.52 mg kg<sup>-1</sup>, Mn 213.86-58.24 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 71.67-7.00 mg kg<sup>-1</sup> ve Cu 125.69-1.89 mg kg<sup>-1</sup> değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Yapılan inceleme sonucunda üreticilerde en fazla ve en az farkı yüzdesi; makro elementlerin konsantrasyonları arasında en fazla değişim aralığının (%74.94) K elementinde olduğu en az değişim aralığının (% 34.17) ise N elementinde olduğu, mikro element konsantrasyonu açısından ise en fazla değişim aralığının (%98.50) Cu, en az değişim aralığının (%52.81) ise Fe elementinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Yaprak analiz sonuçlarında en fazla ve en az farkı yüzdesi incelendiğinde; üretici faktörünün (%64.80) çeşit faktörüne (%16.34) göre makro ve mikro elementler üzerinde yaklaşık 4 kat daha fazla değişim aralığına sebep olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Değişim aralığının bu kadar fazla olması her üreticinin kendi bilgi ve tecrübeleri sonunda sahip oldukları gübreleme alışkanlıkları ve farklı sera topraklarına sahip üreticilerin hiçbir

toprak, bitki ve su analizine dayalı gübreleme yapmadıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, bazı araştırmacılar üreticilerin herhangi bir analize dayalı olmadan yaptıkları gübrelemenin toprakta ve yaprakta yüksek varyasyona neden olduğunu belirtmişlerdir (Gözükara ve ark. 2014; Maltaş ve Kaplan 2015; Gözükara ve ark. 2016).

Çizelge 4. Üretici faktörünün yaprak analizi sonucunda elde edilen bitki besin elementleri üzerine etkisi

Table 4. Effect of producer factor on plant nutrients obtained from leaf analysis

Üreticiler Producers	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )
1	3.56 <sup>a</sup>	0.17 <sup>cde</sup>	2.24 <sup>cde</sup>	4.59 <sup>def</sup>	0.47 <sup>cdef</sup>	77.99	155.03 <sup>cd</sup>	18.45 <sup>bcd</sup>	7.58
2	3.57 <sup>a</sup>	0.17 <sup>bcd</sup>	1.66 <sup>def</sup>	4.75 <sup>cdef</sup>	0.48 <sup>bcd</sup>	68.42	213.86 <sup>a</sup>	27.91 <sup>b</sup>	11.73
3	2.78 <sup>cd</sup>	0.24 <sup>b</sup>	3.00 <sup>bc</sup>	4.47 <sup>ef</sup>	0.72 <sup>a</sup>	66.06	73.17 <sup>g</sup>	30.63 <sup>b</sup>	3.74
4	3.20 <sup>ab</sup>	0.21 <sup>bc</sup>	4.15 <sup>a</sup>	5.75 <sup>abc</sup>	0.35 <sup>ef</sup>	92.22	88.79 <sup>fg</sup>	23.65 <sup>bc</sup>	2.38
5	2.68 <sup>cde</sup>	0.12 <sup>e</sup>	3.50 <sup>ab</sup>	5.13 <sup>bcd</sup>	0.59 <sup>abc</sup>	60.67	113.92 <sup>ef</sup>	71.67 <sup>a</sup>	125.69
6	2.75 <sup>cd</sup>	0.08 <sup>f</sup>	2.36 <sup>cd</sup>	4.32 <sup>f</sup>	0.49 <sup>bcd</sup>	52.72	66.83 <sup>g</sup>	16.55 <sup>cde</sup>	3.09
7	2.81 <sup>cd</sup>	0.17 <sup>bcd</sup>	1.93 <sup>de</sup>	4.95 <sup>bcd</sup>	0.49 <sup>bcd</sup>	43.52	147.25 <sup>cde</sup>	7.00 <sup>e</sup>	2.42
8	2.96 <sup>bc</sup>	0.37 <sup>a</sup>	1.53 <sup>ef</sup>	5.51 <sup>bcd</sup>	0.51 <sup>bcd</sup>	52.21	190.34 <sup>ab</sup>	8.50 <sup>de</sup>	8.4
9	2.79 <sup>cd</sup>	0.15 <sup>de</sup>	2.76 <sup>bc</sup>	5.36 <sup>bcd</sup>	0.37 <sup>def</sup>	64.62	139.73 <sup>cde</sup>	20.60 <sup>bc</sup>	1.89
10	2.35 <sup>e</sup>	0.08 <sup>f</sup>	1.04 <sup>f</sup>	4.44 <sup>ef</sup>	0.63 <sup>ab</sup>	68.87	58.24 <sup>g</sup>	11.59 <sup>cde</sup>	3.42
11	2.52 <sup>de</sup>	0.21 <sup>bcd</sup>	2.95 <sup>bc</sup>	6.82 <sup>a</sup>	0.32 <sup>f</sup>	68.09	173.81 <sup>bc</sup>	18.12 <sup>bcd</sup>	3.15
12	3.05 <sup>bc</sup>	0.21 <sup>bcd</sup>	2.44 <sup>cd</sup>	6.06 <sup>ab</sup>	0.36 <sup>ef</sup>	80.59	139.08 <sup>de</sup>	14.95 <sup>bcd</sup>	3.41
En az Minimum	2.35 <sup>e</sup>	0.12 <sup>e</sup>	1.04 <sup>f</sup>	4.32 <sup>f</sup>	0.32 <sup>f</sup>	43.52	58.24 <sup>g</sup>	7.00 <sup>e</sup>	1.89
En fazla Maximum	3.57 <sup>a</sup>	0.37 <sup>a</sup>	4.15 <sup>a</sup>	6.82 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	92.22	213.86 <sup>a</sup>	71.67 <sup>a</sup>	125.69

\* %5 düzeyinde önemlidir (P<0.05)

\* Significant at %5 level (P<0.05)

Çizelge 5. Yaprak analizi sonuçları üzerine çeşitlerin ve üreticilerin ortalamalarında en fazla-en az farkı yüzdesi

Table 5. Percentage of maximum-minimum difference in the average of varieties and producers on leaf analysis results

En fazla-en az farkı yüzdesi Percentage of maximum- minimum difference (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (%)	Mn (%)	Zn (%)	Cu (%)	Ort. (%)
Çeşit Varieties	5.00	15.79	25.34	19.54	18.87	7.33	12.16	24.05	19.00	16.34
Üretici Producers	34.17	67.57	74.94	36.66	55.56	52.81	72.77	90.23	98.50	64.80

Meyve analizi sonucunda bitki besin elementlerinin konsantrasyonlarının en fazla ve en az değerleri çeşitler arasında incelendiğinde; N %2.27-2.13, P % 0.24-0.20, K% 4.15-3.87, Ca % 0.27-0.18, Mg % 0.12-0.11, Fe 32.59-27.40 mg kg<sup>-1</sup>, Mn 14.31-12.51 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 18.55-15.83 mg kg<sup>-1</sup> ve Cu 5.56-4.32 mg kg<sup>-1</sup> değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 6). Yapılan inceleme sonucunda çeşitlerin en fazla-en az farkı yüzdesi; makro elementler arasında en fazla değişim aralığının (%33.33) Ca elementinde olduğu en az değişim aralığının (% 6.17) ise N elementinde olduğu,

mikro element içeriği açısından ise en fazla değişim aralığının (%22.30) Cu en az değişim aralığının (%12.58) ise Mn elementinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8).

Üreticiler arasında meyve analizi sonuçları incelendiğinde; N % 2.44-1.79, P % 0.27-0.14, K % 5.47-3.11, Ca % 0.30-0.15, Mg % 0.15-0.08, Fe 46.32-7.51 mg kg<sup>-1</sup>, Mn 21.53-8.20 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 24.81-10.41 mg kg<sup>-1</sup> ve Cu 7.21-2.41 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 7). Sonuçlar diğer araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Yapılan inceleme

sonucunda çeşitlerin en fazla-en az farkı yüzdesi; makro elementleri arasında en fazla değişim aralığının (50.00) Ca elementinde olduğu en az değişim aralığının (%26.64) ise N elementinde

olduğu, mikro element içeriği açısından ise en fazla değişim aralığının (%84.43) Fe, en az değişim aralığının (%58.04) ise Zn elementinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 6. Çeşit faktörünün meyve analizi sonucunda elde edilen bitki besin elementleri üzerine etkisi

Table 6. Effect of varieties factor on plant nutrients obtained from fruit analysis

Çeşitler Varieties	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )
Yeliz	2.13	0.21 <sup>a</sup>	3.87	0.27 <sup>a</sup>	0.11	28.72	13.46	15.83	5.56
Lamia	2.19	0.21 <sup>ab</sup>	4.02	0.18 <sup>b</sup>	0.11	32.59	12.51	17.11	4.32
7806	2.20	0.20 <sup>b</sup>	3.89	0.23 <sup>ab</sup>	0.12	29.30	14.08	17.27	4.79
455	2.27	0.22 <sup>a</sup>	4.15	0.22 <sup>ab</sup>	0.12	27.40	13.22	17.35	4.42
622	2.13	0.24 <sup>a</sup>	4.12	0.21 <sup>b</sup>	0.11	32.41	14.31	18.55	5.35
En az Minimum	2.13	0.20 <sup>b</sup>	3.87	0.18 <sup>b</sup>	0.11	27.40	12.51	15.83	4.32
En fazla Maximum	2.27	0.24 <sup>a</sup>	4.15	0.27 <sup>a</sup>	0.12	32.59	14.31	18.55	5.56

\* % 5 düzeyinde önemlidir (P<0.05)

\* Significant at 5% level (P<0.05)

Çizelge 7. Üretici faktörünün meyve analizi sonucunda elde edilen bitki besin elementleri üzerine etkisi

Table 7. Effect of producer factor on plant nutrients obtained from fruit analysis

Üreticiler Producers	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )
1	2.09 <sup>abc</sup>	0.23 <sup>ab</sup>	3.79 <sup>cdef</sup>	0.30	0.13 <sup>abc</sup>	46.32 <sup>a</sup>	17.90 <sup>ab</sup>	20.76 <sup>ab</sup>	5.01 <sup>bcd</sup>
2	2.31 <sup>ab</sup>	0.22 <sup>abc</sup>	3.11 <sup>f</sup>	0.30	0.12 <sup>bcd</sup>	44.55 <sup>a</sup>	21.53 <sup>a</sup>	24.81 <sup>a</sup>	7.21 <sup>a</sup>
3	2.23 <sup>ab</sup>	0.24 <sup>ab</sup>	4.64 <sup>b</sup>	0.24	0.14 <sup>ab</sup>	18.85 <sup>de</sup>	10.68 <sup>de</sup>	17.17 <sup>bcd</sup>	4.50 <sup>cde</sup>
4	2.44 <sup>a</sup>	0.24 <sup>ab</sup>	5.47 <sup>a</sup>	0.29	0.15 <sup>a</sup>	43.32 <sup>a</sup>	13.15 <sup>cd</sup>	21.92 <sup>ab</sup>	5.97 <sup>abc</sup>
5	2.06 <sup>abc</sup>	0.16 <sup>cd</sup>	4.37 <sup>bc</sup>	0.28	0.12 <sup>bcd</sup>	21.03 <sup>de</sup>	10.47 <sup>de</sup>	17.53 <sup>bcd</sup>	4.61 <sup>bcd</sup>
6	2.10 <sup>abc</sup>	0.14 <sup>d</sup>	3.73 <sup>cdef</sup>	0.17	0.09 <sup>de</sup>	25.12 <sup>cd</sup>	8.20 <sup>f</sup>	10.41 <sup>e</sup>	3.77 <sup>def</sup>
7	2.25 <sup>ab</sup>	0.19 <sup>bcd</sup>	3.94 <sup>bcd</sup>	0.20	0.11 <sup>cde</sup>	26.15 <sup>bcd</sup>	12.90 <sup>cd</sup>	13.90 <sup>de</sup>	2.75 <sup>ef</sup>
8	2.44 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	3.61 <sup>def</sup>	0.22	0.11 <sup>bcd</sup>	37.86 <sup>abc</sup>	17.46 <sup>ab</sup>	19.64 <sup>abc</sup>	6.41 <sup>ab</sup>
9	2.03 <sup>bc</sup>	0.10 <sup>bcd</sup>	4.01 <sup>bcd</sup>	0.18	0.10 <sup>de</sup>	20.49 <sup>de</sup>	12.97 <sup>cd</sup>	13.91 <sup>de</sup>	2.41 <sup>f</sup>
10	1.79 <sup>c</sup>	0.23 <sup>ab</sup>	3.29 <sup>ef</sup>	0.16	0.08 <sup>e</sup>	7.51 <sup>e</sup>	9.50 <sup>ef</sup>	14.50 <sup>cde</sup>	4.10 <sup>def</sup>
11	2.36 <sup>ab</sup>	0.27 <sup>a</sup>	4.39 <sup>bc</sup>	0.18	0.10 <sup>de</sup>	19.91 <sup>de</sup>	14.51 <sup>bc</sup>	16.77 <sup>bcd</sup>	4.32 <sup>cde</sup>
12	2.11 <sup>abc</sup>	0.19 <sup>bcd</sup>	3.79 <sup>cdef</sup>	0.15	0.10 <sup>cde</sup>	40.80 <sup>ab</sup>	12.92 <sup>cd</sup>	15.34 <sup>cde</sup>	4.86 <sup>bcd</sup>
En az Minimum	1.79 <sup>c</sup>	0.14 <sup>d</sup>	3.11 <sup>f</sup>	0.15	0.084 <sup>e</sup>	7.51 <sup>e</sup>	8.20 <sup>f</sup>	10.41 <sup>e</sup>	2.41 <sup>f</sup>
En fazla Maximum	2.44 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	5.47 <sup>a</sup>	0.30	0.15 <sup>a</sup>	46.32 <sup>a</sup>	21.53 <sup>a</sup>	24.81 <sup>a</sup>	7.21 <sup>a</sup>

\* % 5 düzeyinde önemlidir (P<0.05)

\* Significant at %5 level (P<0.05)

Çizelge 8. Meyve analizi sonuçları üzerinde çeşitlerin ve üreticilerin ortalamalarında en fazla-en az farkı yüzdesi

Table 8. Percentage of maximum-minimum difference in the average of varieties and producers on fruit analysis results

En fazla-en az farkı yüzdesi Percentage of maximum-minimum difference (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (%)	Mn (%)	Zn (%)	Cu (%)	Ort. (%)
Çeşit Varieties	6.17	16.67	6.75	33.33	8.33	15.93	12.58	14.66	22.30	15.19
Üretici Producers	26.64	48.15	43.14	50.00	46.67	84.43	61.92	58.04	66.57	53.95

Meyve analiz sonuçlarında en fazla ve en az farkı yüzdesi incelendiğinde; üretici faktörünün (%53.95) çeşit faktörüne (%15.19) göre makro ve mikro elementler üzerinde yaklaşık 3.5 kat daha fazla değişim aralığına sebep olduğu belirlenmiştir

(Çizelge 8). Üretici faktörünün meyvede bulunan bitki besin elementlerine göre yaprakta bulunan bitki besin elementleri üzerinde daha fazla değişim aralığına sebep olduğu belirlenmiştir.

## Sonuçlar

Yaprakta bulunan bitki besin elementleri üzerine çeşit ve üretici faktörü değerlendirildiğinde; çeşit faktörünün K, Ca ve Mg konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu, üretici faktörünün ise N, P, K, Ca, Mg, Mn ve Zn konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilmiştir. Meyvede bulunan bitki besin elementleri değerlendirildiğinde; çeşit faktörünün P ve Ca konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilirken, üretici faktörünün ise N, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) fark oluşturduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, üretici faktörünün çeşit faktörüne oranla yaprak ve meyvede bulunan bitki besin maddesi konsantrasyonunun değişim aralığı üzerinde daha etkili olduğunu göstermiştir. Yaprak analiz sonuçlarında en fazla ve en az farkı yüzdesi incelendiğinde; üretici faktörünün etkisi (%64.80) çeşit faktörüne (%16.34) göre makro ve mikro besin elementleri konsantrasyonu üzerinde yaklaşık 4 kat daha fazla değişim aralığına sebep olduğu belirlenmiştir. Meyve analiz sonuçlarında, en fazla ve en az farkı yüzdesi incelendiğinde üretici faktörünün (%53.95) çeşit faktörüne (%15.19) göre makro ve mikro besin elementleri konsantrasyonu üzerinde yaklaşık 3.5 kat daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir. Üreticilerin sera topraklarının, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında ise önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıkların toprakların anamateryal ve üreticilerin gübreleme alışkanlıklarından kaynakladığı düşünülmektedir. Üretici faktörünün, hem yaprakta hemde meyvede verim ve kalitede kilit rol alan makro elementler üzerinde daha fazla değişim aralığına sebep olması çok önemli bir bulgudur. Bu sonuç, genetik olarak iyi ıslah edilmiş çeşitlerin dahi üreticilerden kaynaklı farklılıklardan dolayı bitki besin maddesi konsantrasyonlarındaki değişim aralığının fazla olması sonucunda ürün verim ve kalitesinde ciddi düşümlere sebep olabilecektir. Üreticiden kaynaklanan büyük değişim aralığını

dikkate alarak çeşit ıslah ve pazarlama firmaları yeni çeşit geliştirmek ile birlikte çeşitlerin isteklerine göre toprak özellikleri, gübreleme isteklerini ve kültürel uygulamalar hakkında üreticileri bilgilendirmesi gerekmektedir. Çeşit ıslah ve pazarlama firmalarının bu yaklaşımı bitki besin maddesi konsantrasyonundaki büyük değişim aralığının azaltılması ve başarılı bir yetiştiricilik için bir zorunluluktur. Aksi taktirde, bu durumlar ile karşılaşan üreticilerin sık sık çeşit değiştirerek çözüm arayışında bulunacaklardır. Fakat, yeni çeşitler üreticilerin çoğu zaman daha da başarısız olmalarına neden olmakla birlikte hem üreticiye hemde ülke ekonomisine kayıp olarak geri dönüşü olmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda, ıslahçıların çalışmaları ile çeşitlere bağlı varyasyonlar daraltılırken üreticilere ait varyasyonların giderek artması büyük olasılıktır. Üreticilerin ise, bu büyük değişim aralığını azaltılmasında kendi sera toprak özelliklerine uygun çeşit tercihi ve özellikle toprak ve bitki (yaprak ve meyve) analiz sonuçlarına dayalı çeşitlerin isteği doğrultusunda yapılan gübrelemeler bu değişim aralığının daraltılmasında önemli bir rol oynayabilir.

## Teşekkür

Bu çalışma, 2013.02.0121.019 proje numaralı yüksek lisans tez projesinin bir bölümüdür. Katkılarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Bergmann, W. (1992). Nutritional disorders of plants. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart. pp. 289-294.
- Black, C.A. (1965). Methods of soil analysis. Part 2, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, U.S.A., pp. 1372-1376.
- Bouyoucos, G.J. (1955). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*, 4(9), 434.
- Budak, Z. & Erdal, İ. (2016). Effect of foliar calcium application on yield and mineral nutrition of tomato cultivars under greenhouse condition. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 4(1), 1-10.
- Clark, R.B. & Gross, R.D. (1986). Plant genotype differences to iron. *Journal of Plant Nutrition*, 9(3-7), 471-491.

- Çebi, Kamburoğlu, Ü., Özer, S., Altıntaş, S., Öztürk, O. & Yurtseven, E. (2018). Farklı sulama suyu kalitesi ve su düzeylerinin serada yetiştirilen domates bitkisinin verim ve su kullanım etkinliği üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 33-46.
- Ekinci, A. (2018). Determination of nutrient, sugar and vitamin c content and certain yield parameters in miniature tomato cultivars cultivated with application of different fertilizers. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(4), 2574-2584.
- Erdal, İ., Kepenek, K. & Kızılgöz, İ. (2006). Effect of elemental sulphur and sulphur containing waste on the iron nutrition of strawberry plants grown in a calcareous soil. *Biological Agriculture & Horticulture*, 23(3), 263-272.
- Evliya, H. (1964). Kültür bitkilerinin beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 36, Ankara, s. 292- 294.
- Geraldson, C.M., Klacan, G.R. & Lorenz, O.A. (1973). Plant analysis as an aid in fertilizing vegetable crops, soil testing and plant analysis. Soil Science of America Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Guil-Guerrero, J.L. & Reboloso-Fuentes, M.M. (2009). Nutrient composition and antioxidant activity of eight tomato (*lycopersicon esculentum*) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(2), 123-129.
- Gomez, R., Costa, J., Amo M., Alvarruiz, A., Picazo, M., & Pardo, J.E. (2001). Physicochemical and colorimetric evaluation of local varieties of tomato grown in se Spain. *Journal of Science of food and agriculture*, 81 (11), 1105-1105.
- Gözükara, G., Kalkan, H. & Kaplan, M. (2014). Evaluation of differences in fertilizer consumption of autumn tomato production in greenhouse. 9 th International Soil Science Congress, 14-16 October, Antalya, pp. 685-689.
- Gözükara, G., Kaplan, M. & Kalkan, H. (2016). Evaluation of soil analysis results and fertilizer consumption in autumn greenhouse tomato cultivation. 2. International Conference on Science, Ecology and Technology. 14-16 October, Barcelona, pp. 721-726.
- Gözükara, G. & Kaplan, M. (2017). Are genotypes of hybrid tomato adequate to getting high yield and quality. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2), 151-154.
- Havlin, J.L. (2005). Soil fertility and fertilizers. An Introduction to Nutrient Management, pp. 340.
- Jackson, M.C. (1967). Soil chemical analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kacar, B. (1995). Bitki ve toprağın kimyasal analizler: III. Toprak Analizleri. A. Ü. Ziraat Fakültesi Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara.
- Kacar, B. & İnal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar, B. & Katkat A.V. (2007). Bitki besleme. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara.
- Karaçal, İ. (2008). Toprak verimliliği. Nobel Yayınları. Yayın No: 1335, s. 80.
- Karaman, M.R., Şahin, S., Kandemir, N., Çoban, S. & Sert, T. (2007). Characterization of some barley cultivars (*H. vulgare* L.) for their response to iron deficiency on calcareous soil. *Asian Journal of Chemistry*, 19(4), 1-8.
- Lenucci, M.S., Cadinu, D., Taurino, M., Piro, G. & Dalessandro, G. (2006). Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(7), 2606-2613.
- Lindsay, W.L. & Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Amer. Jour.*, 42(3), 421-428.
- Loue, A. (1968). Diagnostic petiolière de prospection études sur la nutrition et al. fertilisation potassiques de la vigne. Societe Commerciale des Potasses d' Alsace Services Agronomiques, pp. 31-41.
- Maltaş, A.Ş. & Kaplan, M. (2015). Antalya merkez ilçe'de yetiştirilen örtüaltı güzlük domates bitkilerinin (*solanum lycopersicum* l.) beslenme durumlarının belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 28(1), 33-38.
- Maltaş, A.Ş. & Kaplan, M. (2016). Antalya merkez ilçe örtüaltı domates (*solanum lycopersicum*) yetiştiriciliğinde asit kullanım alışkanlıklarının değerlendirilmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(3), 139-142.
- Maltaş, A.Ş. & Kaplan, M. (2018). Effect of different amounts of acid application in fertigation on calcareous soil ph. *Journal of Plant Nutrition*, 41(4), 520-525.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press, San Diego. U.S.A.
- Marschner, H. (1996). Mineral nutrition of higher plants. Second Edition. Academic Pres Inc. London, G.B., pp. 446.
- Martínez-Valverde, I., Periago, M.J., Provan, G. & Chesson, A. (2002). Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato. *Journal of Science Food and Agriculture*, 82(3), 323-330.
- Olsen, S.R. & Sommers, E.L. (1982). Phosphorus soluble in sodium bicarbonate, methods of soil analysis, part 2, chemical and microbiological properties. Edit: A.L. Page, P.H. Miller, D.R. Keeney, pp. 404-430.
- Orman, Ş. & Kaplan, M. (2004). Kumluca ve finike yörelerinde serada yetiştirilen domates bitkisinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 17(1), 19-29.
- Özkan, C.F., Arpacıoğlu, A.E., Arı, N., Demirtaş, E.İ. & Asri, F.Ö. (2009). Antalya bölgesinde elma yetiştirilen toprakların verimlilik durumlarının incelenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 89-94.
- Pizer, N.H. (1967). Some advisory aspect soil potassium and magnesium. Tech. Bull pp. 14-184.
- Richards, L. (1954). Diagnostics and improvement of saline and alkaline soils. U.S. Salinity Laboratory Staff. Science, 120, 800-826.
- Sacks, E.J. & Francis, D.M. (2001). Genetic and environmental variation for tomato flesh color in a population of modern breeding lines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126, 221-226.
- Sönmez, S., Uz, İ., Kaplan, M. & Aksoy, T. (1999). Kumluca ve kale yörelerindeki seralarda yetiştirilen biberlerin beslenme durumlarının belirlenmesi. *Doğa-Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 365-373.
- Tigist, M., Workneh, T.S. & Woldetsadik, K. (2013). Effects of variety on the quality of tomato stored under ambient conditions. *Journal Food Science Technology*, 50(3), 477-486.



- Tuna, A.L. & Altunay, İ. (2017). Ortaca yöresi sera domatesi bitkisinin (*solanum lycopersicum* l.) beslenme durumunun belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(2), 141-147.
- TÜİK, (2017). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. 01.03.2018
- Yıldız, N. (2008). Bitki beslemenin esasları ve bitkilerde beslenme bozukluğu belirtileri. Erzurum, s. 304.
- Zaller J.G. (2007). Vermicompost in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *European Journal of Soil Biology*, 43, 332-336.
- Wrona, D. (2006). Response of young apple trees to nitrogen fertilization, on two different soils. *Acta Horticulture*, 721, 153-158.



# Türkiye’de arı ürünleri paketleyen işletmelerin sosyal ve ekonomik yapısı

## Social and economic structure of bee products packing firms in Turkey

Vedat CEYHAN<sup>1</sup> , Selime CANAN<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, Türkiye

### ÖZ

#### To cite this article:

Ceyhan, V. & Canan, S. (2018). Türkiye’de arı ürünleri paketleyen işletmelerin sosyal ve ekonomik yapısı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 496-501. DOI: 10.29050/harranziraat.411975

Araştırmada arı ürünleri paketleyen firmaların yapısal özellikleri ile ekonomik yapısını ortaya koymak ve karşılaştıkları problemlere çözüm önerileri geliştirmek amaçlanmıştır. Araştırma verileri, arı ürünleri paketleyen 35 işletmeden anket yoluyla ve sektör paydaşlarının katılımıyla gerçekleştirilen çalıştay aracılığıyla elde edilmiştir. Arı ürünleri paketleyen işletmelerinin sosyo-ekonomik yapısını ortaya koymada standart ekonomik analiz yaklaşımlarından yararlanılmıştır. Araştırma sonuçları, incelenen işletmelerin %40’ının limitet şirket, %27’sinin anonim şirket ve %17’sinin şahıs işletmesi olduğunu göstermiştir. İncelenen işletmeler 5 ile 350 arasında değişen arıcıdan bal ve diğer arı ürünleri almaktadır. İşletmeler ortalama 91 arıcıdan, 300 ton civarında bal almaktadır. Arı ürünleri paketleyen işletmelerin %37’si arıcılarla sözleşmeli olarak çalışmaktadır. İşletmelerin %31’i kalıntısız, istenen kalitede ve standartta bal ile diğer arı ürünleri tedarikinde zorlanmaktadırlar. İşletmelerin %26’sı için finansman ve %26’sı için pazarlama en önemli sorun alanlarıdır. Türkiye arı ürünleri piyasasında kalite standartlarının belirlenmesi ve arı ürünlerinin fiyatlamasının kalite ve menşesine göre yapılması arı ürünleri tedarikinde yaşanan sorunları azaltabilecektir. Sözleşmeli yetiştiricilik modelinin yaygınlaştırılması istenen kalitede ve standartta arı ürünü teminini kolaylaştırabilecektir. Arı ürünleri paketleyen işletmelerde finansal planlama ve pazarlama konusunda uzmanların istihdam edilmesi finansman ve pazarlama sorunlarını azaltabilecektir.

**Address for Correspondence:**  
Selime CANAN  
**e-mail:**  
selime.kaya@omu.edu.tr

**Anahtar Kelimeler:** Arı ürünleri paketleyen işletmeler, Üretim maliyetleri, Arı ürünleri pazarlaması, Türkiye

### ABSTRACT

The purposes of the study were to explore the social and economic structure of Turkish bee products packing firms and to make solution and develop the recommendation for the problems of them. The research data included the data collected from 35 bee products packing firms and the data elicited from shareholders of bee products industry via workshop. Classical economic analysis approach was used when exploring the socio-economic structure of the sample firms. Research results showed that 40% of the sample firms were limited company while the percentages of the joint-stock company and single proprietorship were 27% and 17%, respectively. The number of beekeepers who supplied bee products to sample firms varied from 5 to 350. In Turkey, bee products packing firms bought 300 tons of honey from 91 different beekeepers. 31% of the sample firms had difficulties to assure high quality and desired standard bee products. The percentage of the financial and marketing problems were 26% and 26%, respectively. Determining the quality standards in bee product market and pricing bee product associated with the origin of products may reduce the problems arise the procurement of bee product. Disseminating the contracting model among the bee product packing firms will assure the high quality of bee products from beekeepers. On the other hand, employed the experts on finance and marketing in bee product packing firms will be beneficial for solving financial and marketing problems.

**Key Words:** Bee products, Packing firms, Socio-economic structure, Production cost, Marketing, Turkey

**Received Date:**  
02.04.2018  
**Accepted Date:**  
28.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

## Giriş

Tarım sektörünün önemli uğraş alanlarından olan arıcılık, gelişmekte olan birçok ülkenin kırsal kesiminde yaşayan insanları için önemli bir gelir kaynağıdır. Türkiye arıcılık sektörü günümüze kadar önemli yapısal değişimler göstererek bir endüstri haline dönüşmüştür. Arıcılık sektöründe meydana gelen bu dönüşüm sektörün bütün paydaşlarını değişen koşullarda çalışmaya, hızlı ve etkili kararlar almaya zorlamıştır. Bu dönüşüm arıcılık sektörü üretim ve pazarlama kalıplarında köklü değişimlere neden olmuştur. Benzer şekilde, arı ürünlerinin tüketimini de etkilemiştir ve arı ürünlerinde başta güvenilirlik olmak üzere birçok konuda tüketicilerin beklentilerinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Tüketicilere daha yakın çalışan arı ürünleri paketleyen işletmeler de müşteri memnuniyetine daha fazla ağırlık verip, sosyal sorumluluk üstlenmeye başlamışlardır. Ancak bu değişimler istenen düzeyde değildir ve sektör paydaşları dönüşüme henüz yeterince ayak uyduramamıştır.

Dönüşümün tamamlanamamasının temelinde sektör paydaşlarının yapısal sorunları ile arıcılık sektöründe piyasaların etkin olmayan işleyişi yatmaktadır. Dönüşümün önünde önemli engel olmasına rağmen arı ürünleri paketleyen işletmelerin yapısal durumu, arıcılarla olan ilişkiler, üretim ve pazarlama karakteristikleri, sorun alanları vb. gibi yapısal özellikleri henüz yeterince bilinmemektedir. Dünyada ve Türkiye’de arı ürünlerinin üretimi, fizyolojik/kimyasal yapıları, kullanım alanları (Kumova ve ark., 2002; Korkmaz ve Öztürk, 2010; Doğan ve Hayoğlu, 2012; Çakal, 2013), insan sağlığı üzerindeki önemi (Yücel, 2004), tüketiciler tarafından bilinirlik ve tüketim durumları (Bölüktepe ve Yılmaz, 2008; Sayılı, 2013; Tunca ve ark., 2015) incelenmiştir. Juan ve arkadaşları (2015) İspanya’nın Valencia Bölgesinde bal paketleyen 279 şirketin kalite kontrolü üzerine bir çalışma yapmıştır. Ancak ulusal düzeyde arı ürünleri paketleyen işletmelerin yapısal durumu, arıcılarla olan ilişkiler, üretim ve pazarlama karakteristikleri, sorun alanları vb. gibi yapısal özellikleri üzerinde odaklanan bütüncül araştırma

sayısı yok denecek kadar azdır. Bu sebeple, araştırmada arı ürünleri paketleyen firmaların yapısal özellikleri ile ekonomik yapısını ortaya koymak ve karşılaştıkları problemlere çözüm önerileri geliştirmek amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Türkiye’de faaliyet gösteren arı ürünleri paketleyen işletmeler BALDER ve BALBİRLİK çatısı altında örgütlenmişlerdir. Araştırmanın ana materyalini BALDER ve BALBİRLİK üyesi 35 işletmeden anket yoluyla 2013-2014 döneminde toplanan veriler ile sektör paydaşlarının katılımıyla gerçekleştirilen çalıştayıdan elde edilen veriler oluşturmaktadır. Araştırmada ayrıca Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) verileri ile daha önce yapılmış araştırma sonuçları kullanılmıştır.

### *Arı ürünleri paketleyen işletmelerin sosyo-ekonomik yapısının ortaya konulmasında kullanılan metot*

Arı ürünleri paketleyen işletmelerin yapısal durumu; hukuki statü, ortak sayısı, sektör deneyimi, kuruluş yeri seçimi, teşviklerden yararlanma durumu ve yönetici profili değişkenleri ile ortaya konulmuştur. Bu değişkenler söz konusu işletmelerden elde edilen verilerin yardımıyla ölçülmüştür. Arıcılar ile işletmelerin ilişkileri ve bal tedarikinde yaşanan sorunlar tespit edildikten sonra pazarlamaya ilişkin değişkenler analiz edilmiştir. İncelenen işletmelerde paketlenen bal ve diğer arı ürünlerinin maliyetleri Kırıl ve arkadaşları (1999) tarafından önerilen metotla ortaya konulmuştur.

## Araştırma Bulguları

### *Arı ürünleri paketleyen işletmelerin yapısal durumu*

İşletmelerin %40’ı limited şirket, %27’si anonim şirket ve %17’si şahıs işletmeleridir. Kooperatiflerin ortalama 740 ortağı bulunurken,

kolektif şirketlerin 14 ve anonim şirketlerin 7 ortağı bulunmaktadır. Arı ürünleri paketleyen işletmeler ortalama 19 yıllık deneyime sahiptirler. En fazla işletme tecrübesine kolektif şirketler sahiptir (42 yıl). İşletme tecrübesi açısından kolektif şirketleri anonim şirketler (28 yıl) ve kooperatifler (20 yıl) takip etmektedir (Çizelge 1).

İşletmelerin %31'i kuruluş aşamasında fizibilite yaptırmışken, %69'u yaptırmadan faaliyetlerine başlamıştır. İşletmelerin yerinin seçiminde en fazla dikkat ettiği kriterler hammadde temin imkanı (%34) ile alt yapıdır (%31). İşletmelerin %17'si kuruluş yerini seçerken memleket kriterini kullanmışken, diğerleri pazarlama olanakları, teşvik imkanları ve işgücü temini gibi kriterleri dikkate almışlardır. Kuruluş aşamasında işletmelerin sadece %3'ü kredi kullanmıştır. Geriye kalan işletmeler öz kaynakları ile kuruluşlarını tamamlamışlardır. İşletmelerin %11'i kuruluş aşamasında teşviklerden yararlanmıştır. Teşviklerde yararlanan işletmeler hibe ve vergi indirimi teşviklerinden yararlanmıştır.

Arı ürünleri paketleyen işletmelerin yöneticiliğini genellikle işletme sahibi (%66) yapmaktadır. Ancak işletmelerin %17'si profesyonel yönetici ile çalışmaktadır. İşletme yöneticilerinin %54'ü en az bir yabancı dil bilmektedir. Yabancı dil bilenlerin %45'i İngilizce, %6'sı Almanca, Fransızca ve Arapça, %3'ü Japonca bilmektedir. Arı ürünleri paketleyen işletmeler helal sertifikası ve ISO9001-2008, ISO9000, ISO9002, ISO22000, GİMDDES, HACCP, TSE ve ACEP sertifikalarına sahiptirler. İşletmelerin %54'ünün araştırma geliştirme (ARGE) çalışmaları varken, diğerleri ARGE çalışması yapmamaktadır.

#### *Arı ürünleri paketleyen işletmelerde üretim süreci*

Bal alımı yapılan arıcı sayısı 5 ile 350 arasında değişmektedir. Ortalama 91 arıcıdan, 300 ton civarında bal almaktadır. İşletmelerin %37'sinin sözleşmeli arıcısı bulunurken, %63'ünün sözleşmeli arıcısı bulunmamaktadır. Genellikle tedarikçileriyle bal ve diğer arı ürünlerini toplamaktadırlar ve ürün alımlarında standart kontroller oturmamıştır. Arı ürünleri paketleyen işletmelerin %86'sı balı tenekelerde, %9'u

varillerde ve %3'ü hem teneke hem de varillerde almaktadır. Geriye kalanlar balı karakovan olarak almaktadır. Bal alım fiyatını piyasa koşullarına göre belirleyenlerin oranı %70'dir. Geriye kalanlar kaliteye (%24) ve rakip firmalara (%6) göre belirlemektedir. Türkiye'de arı ürünleri paketleyen işletmelerin %37'si alımlarında peşin ödeme yapmaktayken, %17'si vadeli ödeme yapmaktadır. Sezon öncesi avans verenlerin oranı %3'tür. Hem peşin ödeme hem de vadeli ödeme yapan işletmelerin oranı %20'dir. Antibiyotik, tarım ilacı vb. gibi kalıntılar ile şeker katkısının var olması bal alımında karşılaşılan en önemli sorundur. Bunu sırasıyla kurtlanma, temiz olmayan bal, nem vb. gibi kalite eksiklikleri sorunu, fiyat, üretim yetersizliği, numune ile gelen balın aynı olmayışı, zamansız sağım ve bölgede laboratuvar olmayışı takip etmektedir. İşletmelerin %17'si kalite sorunları sebepleriyle aldığı balları arıcılara geri iade etmektedirler. Paketlemeye en fazla yoğunlaşılan ballar çam balı, geven-kekik balı, kır çiçek balı, ayçiçeği balı ve kestane balıdır. Bal alım fiyatları bal çeşitleri itibarıyla farklılık göstermektedir. Alım fiyatında en düşük değerler, üçgül, pamuk ve ayçiçeği kaynaklı ballara ait olup; bu balların işletmelerce salt satışı olmayıp, diğer ballar ile paçal yapılarak satışa sunulmaktadır. İşletmelerin %60'ı bal analizlerini özel laboratuvarlarda yaptırmaktayken, %20'si kamu kurum ve kuruluşlarında, %17'si üniversitede ve %3'ü sivil toplum kuruluşlarının laboratuvarlarında yaptırmaktadır.

Türkiye'de arı ürünleri paketleyen işletmelerin %63'ü üretim öncesinde pazar araştırması yaptırırken, diğerleri yaptırmamaktadır. Pazar araştırması yaptıran işletmelerin %25'i talep durumunu, %17'si tüketici gelirlerini, %17'si müşteri memnuniyetini ve %17'si fiyatı araştırmaktadır. Kalite algısı, bayi ilişkileri ve promosyon ile ambalaj diğer araştırma konularıdır. İşletme masraflarının %81'ini değişen masraflar, %19'unu sabit masraflar oluşturmaktadır. Toplam masrafların %68'ini hammadde masrafı oluşturmaktadır. Bunu %7 ile daimi işçilik ve %5 ile pazarlama masrafları takip etmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Arı ürünleri paketleyen işletmelerin hukuki yapısı, ortak sayısı ve deneyimi  
 Table 1. Legal structure, number of partners, experience in bee products packing

	Frekans Frequency	% (percent)	Ortak sayısı Numbers of partners	İşletme tecrübesi(yıl) Experience (years)
Anonim şirket Corporation	10	28.5	7.0	27.9
Kollektif şirket Unlimited company	1	2.9	14.0	42.0
Kooperatif Cooperative	2	5.7	740.0	19.5
Limited şirketi Limited company	14	40.0	3.0	13.6
Şahıs işletmesi Proprietorship	7	20.0	2.0	13.5
Kit statüsünde işletme Government business enterprises	1	2.9	-	-
Toplam Total	35	100.0	57.0	19.1

Arı ürünleri paketleyen işletmelerin yarısı arıcılardan ilaç ve şeker kalıntısı olmayan bal istemektedirler. Bunun dışında işletmelerin arıcılardan bal kalitesi ile ilgili talepleri sırasıyla hijyen, zamanında sağım, zengin floraya dayanan ve gıda kodeksine uygun bal, karışık olmayan ve nemi yüksek bal şeklindedir.

#### Arı ürünleri paketleyen işletmelerde pazarlama uygulamaları

Arı ürünleri paketleyen işletmelerin pazarladığı toplam bal miktarının %75'i çiçek balı ve geriye kalanı salgı balıdır. Arı ürünleri paketleyen işletmeleri çam balını ortalama 16 TL/kg, çiçek ballarını ise ortalama 20 TL/kg satmaktadır. İşletmeler baldan sonra en fazla polen satmaktadırlar. İncelenen işletmelerin hemen hemen yarısı polen pazarlamaktadır. Bunu arı sütü ve propolis izlemektedir. İşletmelerin %67'si bal satış fiyatını belirlerken maliyetlerini dikkate almakta iken, %18'i rakip işletmelerin fiyatını ve %9'u üretim miktarı ile kalite düzeyini kriter olarak kullanmaktadırlar. Diğer işletmeler bir önceki yıl fiyatı ile tüketicilerin satın alma gücü kriterlerine göre hareket etmektedir. İşletmelerin pazarladıkları balların yaklaşık %5'i tüketiciler tarafından geri iade edilmektedir. İade edilen balların %71'i şekerlenme ve %14'ü donma sebebidir. Ürün hatası, raf ömrünün geçmesi, kavanoz kırılması ve kurtlanma diğer iade

sebepleridir. Türkiye'de arı ürünleri paketleyen işletmelerin %85'i pazarlama sonrası araştırma yaparken, %15'i yaptırmamaktadır. Pazarlama sonrası araştırma yapan işletmelerin %56'sı ürün iade sebeplerini ve %44'ü müşteri memnuniyetini tespit için araştırma yapmaktadırlar.

#### Arı Ürünleri Paketleyen İşletmelerin Karşılaştıkları Sorunlar

Arı ürünleri paketleyen işletmelerin en önemli sorunu hammadde tedarikidir. İşletmelerin %31'i kalıntısız, istenen kalitede ve standartta bal ile diğer arı ürünleri tedarikinde zorlanmaktadırlar. İşletmelerin %26'sı için pazarlama en önemli sorun alanlarıdır. Kontrolsüz ve yanlış bilgilendirmeden dolayı arı ürünleri tüketimine karşı toplumda yerleşmiş olumsuz algı, arıcılık sektöründe arı sütü, vb. gibi bazı ihtisaslaşmış mesleki yapılanmanın henüz tamamlanmamış olması, yüksek üretim maliyeti, piyasada büyük aktörlerin (Çin, vb.) baskısı ve ihracatın istenen seviyede olmaması arı ürünlerinin pazarlaması önündeki engellerdir. Türkiye'de gençlerin arıcılığa ilgi duymaması, nitelikli iş gücü temininde yaşanan sıkıntılar arı ürünleri paketleyen işletmelerinin %17'sine yönetim ve insan kaynakları sorunu olarak geri dönmektedir. (Çizelge 3).

Çizelge 2. Arı ürünleri paketleyen işletmelerde bal maliyet unsurları

Maliyet unsurları Cost elements	% (percent)
<i>Değişken masraflar</i> <i>Variable costs</i>	80.89
Bal alımı Stock	68.03
Geçici işçilik Variable labour	0.84
Bal analizi Laboratory analysis	0.57
Enerji (elektrik vb.) Energy (electricity, etc.)	0.40
Nakliye ve araç kiralama Transport and rent a car)	1.52
Pazarlama (ambalajlama, depolama, reklam vb.) Marketing (packing, storage, advertising, etc.)	5.46
Diğer (temizlik, güvenlik, su, yemek vb.) Others (cleaning, safety, water, food, etc.)	6.20
Döner sermaye faizi Loan of circulating capital	3.88
<i>Sabit masraflar</i> <i>Constant costs</i>	19.11
Daimi işçilik Constant labour	7.29
Amortisman Depreciation	2.94
Kira Leasing	0.26
Tamir-bakım Repair-maintain	0.46
Sigorta Insurance	0.91
Vergi-resim-harç Tax	1.22
Ar-ge çalışmaları Research and development expenses	0.17
Genel finansman giderleri Financing expenses	1.45
Sabit sermaye faizi Loan capital	4.41
<i>Toplam masraf</i> <i>Total cost</i>	100.0 0

Çizelge 3. Arı Ürünleri Paketleyen İşletmelerin Sorunları

	Frekans Frequency	% (percent)
Tedarik (bal ve diğer arı ürünleri) Supply (honey and others)	11	31.40
Finansman Financy	9	25.70
Pazarlama Marketing	9	25.70
Yönetim ve insan kaynakları Management and human resources	6	17.20
Toplam Total	35	100.00

## Sonuçlar

Araştırma bulguları arı ürünleri paketleyen imalat sanayi işletmelerinin istenen standartta hammadde tedarikinde ve finansman ile pazarlama sorunlarını çözmekte zorlandığını ortaya koymuştur. Arı ürünleri paketleyen işletmeler genellikle tedarikçileriyle bal ve diğer arı ürünlerini toplamaktadırlar ve ürün alımlarında standart kontroller oturmamıştır. Sözleşmeli yetiştiricilik modelinin yaygınlaştırılması istenen kalitede ve standartta arı ürünü teminini kolaylaştırabilecektir. Diğer taraftan, Türkiye arı ürünleri piyasasında kalite standartlarının belirlenmesi ve arı ürünlerinin fiyatlamasının kalite ve menşesine göre yapılması arı ürünleri tedarikinde yaşanan sorunları azaltabilecektir. İmalat sanayi işletmeleri Türkiye arıcılık sektörünün dönüşümüne katkı sağlamak için, arı ürünleri piyasalarında fiyatların kaliteye bağlı olarak belirlenmesi ve piyasada standartların uygulanması için daha fazla çaba sarf etmelidir.

Arıcılık sektöründe pazarlama yaklaşımı olarak halen ürün yaklaşımının kullanılıyor olması, müşteri memnuniyeti ve sosyal sorumluluk anlayışlarının hâkim olamaması arıcılık sektöründe değişmesi gereken bir diğer husustur. Arıcılık sektöründe pazarlamanın üretim kararı ile başlayıp, müşteri memnuniyetinin geri beslemesine kadar devam ettiği sektörün bütün paydaşlarınca benimsenmelidir. Arı ürünleri paketleyen işletmelerin müşteri memnuniyetine daha fazla ağırlık verip, sosyal sorumluluk üstlenmesi ve bunu topluma iyi anlatması gerekmektedir. Ayrıca, arı ürünleri paketleyen işletmelerde finansal planlama ve pazarlama konusunda uzmanların istihdam edilmesi finansman ve pazarlama sorunlarını azaltabilecektir.

Kuşkusuz devletin arıcılık sektörünün dönüşümü için tamamlayıcı ve yönlendirici fonksiyonunu etkin bir şekilde yerine getirmesi gereklidir. Bu amaçla ilgili kurum ve kuruluşlar arıcılıkla ilgili mevzuatın katılımcılık ilkesi ile gözden geçirilmesini ve değiştirilmesini sağlamalıdır. Diğer taraftan, arıcılık girdi piyasaları

ile arı ürünleri piyasalarında kontrol standartlarını oturtmalı, birlikler ve ilişkili diğer aktörler ile işbirliği içinde olarak uygulamaya aktarılmasını sağlamalıdır. Arı ürünleri analiz laboratuvarlarının yaygınlaştırılmasına destek verilmesi ve teşvik edilmesi piyasaların daha etkin çalışmasını sağlayabilecektir.

## Kaynaklar

- Bölüktepe, F.E., Yılmaz, S., (2008). Arı ürünlerinin bilinirliği ve satın alma sıklığı. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8(2), 53-62.
- Çakal, M.A. (2013). Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi arıcılık ve arı ürünleri sektörü. Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı.
- Doğan, N., Hayoğlu, İ., (2012). Propolis ve kullanım alanları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 16(3):39-48.
- Juan-Borras, M., Periche, A., Domenech, E., Escribe, I., (2015). Routine quality control in honey packaging companies as a key to guarantee consumer safety. The case of the presence of sulfonamides analyzed with LC-MS-MS. *Food Control*, 50(2015), 2043-249.
- Kıral, T., Kasnakoğlu, H., Tatlıdil F., Fidan H., Gündoğmuş E. (1999). "Tarımsal ürünler için maliyet hesaplama metodolojisi ve veri tabanı rehberi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü. Yayın No: 37, ISBN: 975-407-051-2, Aralık, Ankara.
- Korkmaz, A., Öztürk, C., (2010). Arı sütü. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü. Kardeşler Ofset, Samsun.
- Kumova, U., Korkmaz, A., Avcı, B.C., Ceyran, G., 2002. Önemli bir arı ürünü: Propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, Cilt:2, Sayfa 10-23.
- Sayılı, M. (2013). "Tokat ilinde tüketicilerin arı ürünleri tüketim durumları ve alışkanlıkları". *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 13(1), 16-22.
- Tunca, R. İ., Taşkın, A., Karadavut, U., (2015). Türkiye’de arı ürünlerinin bazı illerdeki tüketim alışkanlıklarının ve farkındalık düzeylerinin belirlenmesi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(7): 556-561.
- Yücel, B., (2004). Apiterapi; Arı ürünlerinin insan sağlığı üzerindeki önemi. Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Çiftçi Broşürü: 56.



# Enzim ön uygulamasının siyah üzüm ve ahududu sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri, toplam fenolik madde içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkisi

## *Effect of enzyme pretreatment on the physical and chemical properties, total phenolic content and total antioxidant capacity of black grape and raspberry juices*

Ezgi AYDIN<sup>1</sup>, Özge SARIKAYA<sup>1</sup>, Gizem ÇATALKAYA<sup>2</sup>, Derya KAHVECİ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Yeditepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

<sup>2</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

### **To cite this article:**

Aydın, E., Sarıkaya, Ö., Çatalkaya, G. & Kahveci, D. (2018). Enzim ön uygulamasının siyah üzüm ve ahududu sularının fiziksel ve kimyasal özellikleri, toplam fenolik madde içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 502-512. DOI: 10.29050/harranziraat.383061

### **Address for Correspondence:**

Derya KAHVECİ

### **e-mail:**

derya.kahveci@yeditepe.edu.tr

### **Received Date:**

24.01.2018

### **Accepted Date:**

12.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### **ÖZ**

Bu çalışmada, enzim ön uygulamasının siyah üzüm (ÜS) ve ahududu sularının (AS) fiziksel ve kimyasal özellikleri, toplam fenolik madde içeriği (TF) ve toplam antioksidan kapasitesi (TAK) üzerine etkisi incelenmiştir. Meyveler ezilip tülbenkten geçirildikten sonra posaları geri ilave edilmiş, %0.1 (v/w) veya %0.5 (v/w) pektinaz enzimi ilave edilerek 40 ve 50 °C'de 1 saat boyunca inkübe edildikten sonra örneklerin pH, titre edilebilir asitlik (TA), briks ve renk değişimleri ile TF ve TAK belirlenmiştir. ÜS pH'sı artan enzim konsantrasyonu ve sıcaklık ile, AS pH'sı ise artan sıcaklığa bağlı olarak artmıştır. Enzimatik işlem uygulanan AS briksleri kontrol gruplarına göre artış gösterirken ÜS briksleri azalmıştır. Isıl işlem ÜS şeker içeriğinde kontrol grubuna göre artışa neden olmuştur. 40 °C'de ÜS ve AS'nin TF ve TAK değerleri oda sıcaklığına göre önemli bir değişiklik göstermezken, 50 °C'de düşüş göstermiştir. Her iki meyve örneği için 40°C'de %0.5 enzim ilave edildiğinde meyve suyu veriminde maksimum artış elde edilmiştir (ÜS için %17, AS için %4).

**Anahtar Kelimeler:** Meyve suyu, Enzim ön uygulaması, Üzüm, Ahududu, Antioksidan

### **ABSTRACT**

In this study, the effect of enzyme pretreatment on the physical and chemical properties as well as total phenolic content (TP) and total antioxidant capacity (TAC) of black grape (GJ) and raspberry (RJ) juices were investigated. For this purpose, fruits were crushed and squeezed with a cheesecloth. After that, remaining pulp was added to obtained juice incubated for 1 hour at 40 and 50 °C after adding 0.1% (v/w) or 0.5% (v/w) pectinase enzyme. Titratable acidity, pH, brix, color difference, TP and TAC of the samples was determined. An increase in the temperature increased the pH of the RJ. For GJ, an increase in both temperature and enzyme increased the pH. Brix of the enzymatically treated RJ was increased comparing to control groups, but GJ. Heat application caused an increase in the total sugar content of GJ compared to control group. There was no significant difference on the TP and TAC values of the GJ and RJ treated at 40 °C comparing to control group treated at room temperature. However, a decrease was observed at 50 °C. For both juices, maximum yield increase was obtained when treated at 40°C with 0.5% enzyme concentration (For GJ 17% and for GJ 4%).

**Key Words:** Juice, Enzyme pretreatment, Grape, Raspberry, Antioxidant



## Giriş

Meyve suları ve nektarlarının ülkemizde tüketim oranı, ürün çeşitliğine paralel olarak, her geçen yıl artmaktadır (Benli Tüfekci ve Fenercioğlu, 2010). Siyah üzüm ve ahududu hem besinsel hem de duyuşal özellikleri açısından sıklıkla tüketilen meyveler arasındadır. Her iki meyve de biyoaktif bileşenler bakımından zengindir. Yapılan çeşitli çalışmalar, siyah üzüm ve ahududu meyvelerinin özellikle antosiyaninler olmak üzere, flavanoidler, flavonoidler ve fenolik asitlerce zengin olduklarını göstermektedir (Mullen ve ark., 2002; Yang ve ark., 2009; Baiano ve Terracone, 2011; Burton-Freeman ve ark., 2016). Üzüm suyunun tatlılık ve asitlik oranı yüksek olduğu için genellikle tek başına tüketimi tercih edilmemekte, elma suyu gibi diğer meyve suları ile karıştırılarak tüketime sunulmaktadır (Lieu ve Man Le, 2010). Ahududu ise raf ömrünün kısa olmasından dolayı genellikle dondurma, meyve suyuna işleme gibi yöntemlerle muhafaza edilmekte (Sójka ve ark., 2016), ayrıca renk ve aroma vermek amacıyla diğer meyve suları veya içecekler ile karıştırılmaktadır (Withy ve ark., 1993).

Epidemiyolojik çalışmalar yüksek miktarda fenolik maddelerce zengin meyve ve sebze tüketiminin koroner kalp hastalıkları ve kanser gibi hastalık risklerinin daha düşük oranda görülmesi ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Kırmızı ve koyu renkli meyveler, özellikle antosiyaninler olmak üzere yüksek miktarda fenolik maddeler içermektedirler. Literatürde bu doğal pigmentlerin antioksidan, anti-enflamatuar, anti-karsinogenik aktivite gibi çeşitli biyolojik aktivitelere sahip olduğu bildirilmiştir (Weisel ve ark., 2006). Kronik hastalık riskini azaltmada meyve ve sebze suyu tüketiminin, taze meyve ve sebze tüketimi kadar etkili olabileceğini bildirmiştir (Ruxton ve ark., 2006). Fakat bahsedilen fenolik bileşikler bitkinin hücre duvarı matrisi içerisinde tutulmuş durumdadır. Konvansiyonel meyve suyu üretimi ile yalnızca erişilebilir ve zayıf bağlanmış fenolik maddeler meyveden ekstrakte edilebilmektedir (Le

Bourvellec ve ark., 2005). Ekstraksiyon koşullarında sıcaklık, partikül büyüklüğü, enzimatik önışlem, çözgen:kayı madde oranı ya da çözgen kompozisyonu gibi değişkenler, fenolik maddelerin meyveden salınımını etkilemektedir (Cacace ve Mazza, 2003). Adı geçen yöntemlerin arasında hücre duvarı yıkıcı enzimlerin kullanılması, meyve dokusundan fenolik maddelerin ayrılmasını geliştiren etkin yöntemlerden biridir. Bu da hidrojen ya da hidrofobik bağlanma ile fenolikleri polisakkarit-lignin ağında tutan polisakkaritlerin hidrolitik degradasyonu ile gerçekleşmektedir (Bagger-Jørgensen ve Meyer, 2004).

Meyve suyu endüstrisinde hücre duvarı yıkıcı olarak en çok kullanılan enzimler pektinazlardır. Pektinazlar, bitkilerin orta lamelinde ve hücre duvarında yapısal polisakkaritler olarak bulunan pektik bileşikler üzerine etki ederler. Bu yolla, daha kısa işleme süresinde daha yüksek verim ile yüksek kalitede aromatik meyve suları elde edilebilmekte ve atık posa miktarı azaltılabilmektedir (Sarioğlu ve ark., 2001). Meyve suyu üretimi sırasında mekanik parçalamadan sonra oluşan meyve püresi, parçalama etkisi ile açığa çıkan pektinden dolayı oldukça yüksek vizkozitededir ve bu da meyve suyunu direk sıkma işleminde çıkarmayı oldukça zorlaştırmaktadır (Landbo ve Meyer, 2004). Bu nedenle meyve suyu üretiminde pektolitik enzim kullanımı önkoşul haline gelmiştir. Pektolitik enzimler tarafından çözünür pektinin hidrolizi ve pulpun hücre duvarının zayıflatılması ile meyve suyunun viskozitesi azalmakta, böylece meyve suyu salımı kolaylaşmakta ve sıkma işlemi herhangi bir yardımcı madde gerektirmeden kolaylaşmaktadır (Mutlu ve ark., 1999; Mojsov ve ark., 2011). Yapılan çalışmalar, meyve suyu üretiminde pektolitik enzim ile ön işlem uygulamasının meyve suyunun duyuşal özelliklerini iyileştirdiğini ve daha fazla renk maddesinin ekstrakte edildiğini göstermiştir (Buchert ve ark., 2005; Koponen ve ark., 2008).

Bu çalışmanın amacı, siyah üzüm ve ahududu meyve suyu üretiminde enzimatik önışlem uygulamasının meyve suyu verimi, renk

ekstraksiyonu, siyah üzüm ve ahududu sularının fizikokimyasal özellikleri, toplam fenolik madde içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkilerini incelemektir.

## Materyal ve Metot

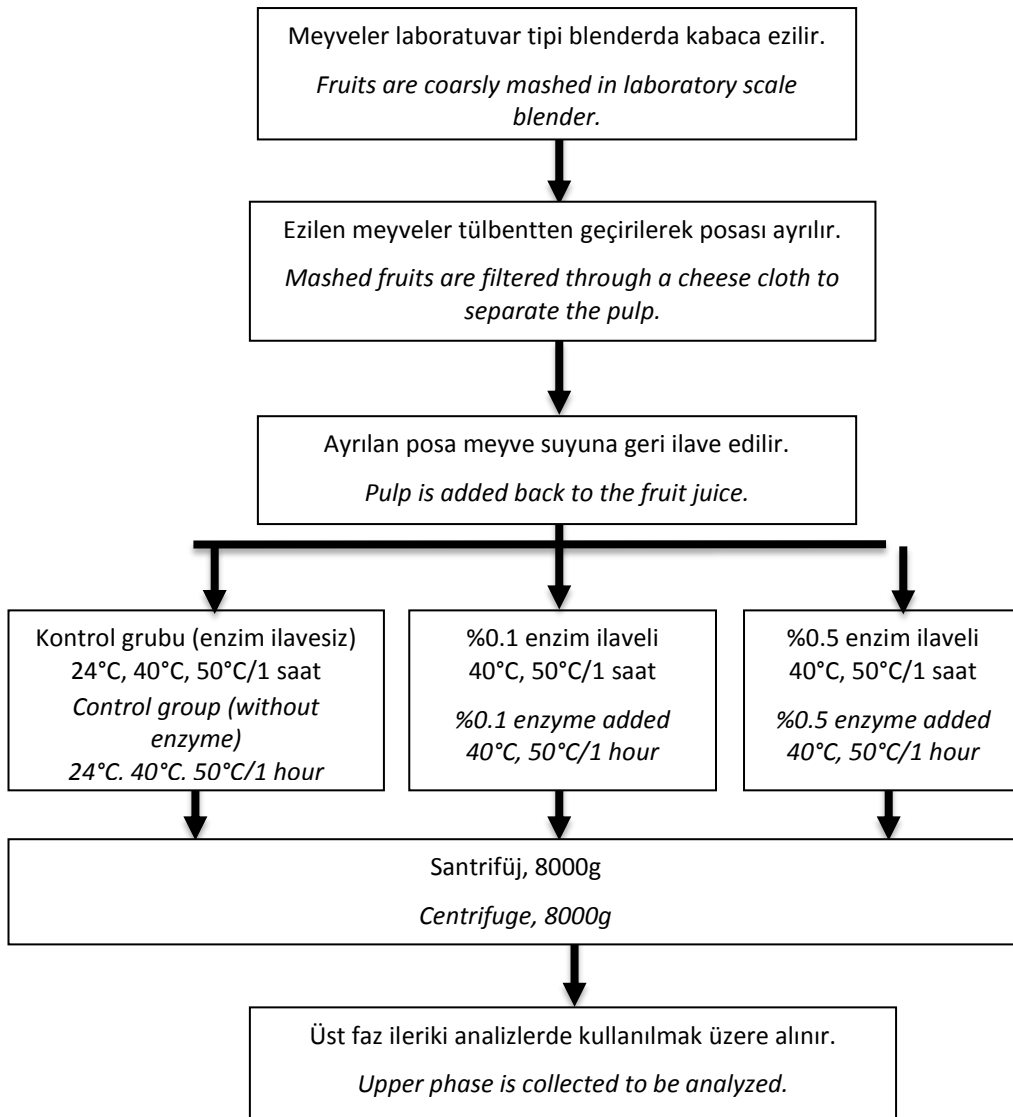
### Materyal

Çalışmada kullanılan ahududu ve siyah üzüm yerel marketten temin edilerek içerisindeki çürük ve deforme meyveler ayıklanmış, analiz edilene kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Pektolitik enzim Pectinex Ultra SP-L Novozymes (Baegsverd, Danimarka) firması tarafından temin edilmiştir. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radikali (DPPH), Folin reaktantı, sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), sodyum hidroksit (NaOH) ve metanol Sigma-Aldrich'ten, fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O) ve sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Riedel-de Haën'den temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer tüm kimyasallar analitik saflıkta olup Yeditepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden temin edilmiştir.

### Meyve sularının hazırlanması

Meyve sularının hazırlanması işlemi Şekil 1'de görüldüğü gibidir. Kısaca, ahududu ve siyah üzümler laboratuvar tipi mikserde (Waring) kabaca öğütüldükten sonra tülbentten süzülerek posa ve meyve suyu birbirinden ayrılmış, elde edilen meyve suyu miktarı tespit edildikten sonra enzim ilave edilmek üzere, ayrılan posa ile meyve suyu tekrar karıştırılmıştır. Analizlerde kullanılacak örnekler -20 °C'de, artan örnekler ise daha sonra kullanılmak üzere -80 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Meyve sularının hazırlanmasına ait akım şeması  
Figure 1. Flowchart of juice preparation

Elde edilen meyve suyu ve posa karışımı %0.1 (v/w) ve %0.5 (v/w) olmak üzere iki farklı düzeyde pektolitik enzim ilave edilerek sıcaklık ayarlı çalkalamalı su banyosu (Gyromax 929) içerisinde iki farklı sıcaklıkta (40 °C ve 50 °C) 1 saat boyunca inkübe edilmiştir. 24 °C, 40 °C ve 50 °C'de muamele edilen enzim ilavesiz posa içeren meyve suyu örnekleri ise kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Enzimatik reaksiyon süresi sonunda örnekler 100 °C'deki suda 2 dakika bekletildikten sonra soğuk suda soğutulularak enzim inaktivasyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen örnekler 8000 g hızda 10 dakika boyunca santrifüj (Sigma 3-30K) edildikten sonra enzim ve katı parçacıklarından ayrılan sıvı üst faz alınarak sonraki analizlerde kullanılmak üzere -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

#### *Fiziksel ve kimyasal analizler*

Örneklerde suda çözünen kuru madde miktarı Bellingham Stanley refraktometre, pH değeri MeterLab pHmetre kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin asitliği titrimetrik metod ile (Nielsen, 2010), toplam şeker içeriği ise fenol-sülfürik asit metodu (Nielsen, 2010) ile spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Örneklerin renk yoğunluğu ise Konica Minolta CM5 kolorimetresi ile ölçülmüştür. Bu amaçla, 1:1 oranda su ile seyreltilen örnekler kolorimetrik olarak L\*, a\* ve b\* değerleri ölçülmüştür ve toplam renk farklılığı aşağıdaki denklem ile bulunmuştur (Lee ve Coates, 2002):

$$\Delta E^* (\sqrt{(L_{kontrol} - L)^2 + (a_{kontrol} - a)^2 + (b_{kontrol} - b)^2}) \quad (1)$$

Ahududu ve siyah üzüm sularının toplam antioksidan kapasitesi DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) yöntemi ile belirlenmiştir (Kumaran ve Joel Karanukaran, 2006). Kısaca, 100 µl örneğe 2 ml 0.1 mM DPPH çözeltisi ilave edilip, vorteks ile karıştırıldıktan sonra örnekler 30 dakika boyunca karanlıkta bekletilmiştir. 30 dakikanın sonunda 517 nm dalga boyunda örneklerin absorbansları okunmuştur. Standart olarak 0.01-0.1 mg ml<sup>-1</sup> konsantrasyon aralığında troloks çözeltisi hazırlanmıştır. Örneklerin toplam

antioksidan kapasitesi mM troloks eşdeğeri 100 ml<sup>-1</sup> örnek şeklinde ifade edilmiştir.

Ahududu ve siyah üzüm sularının toplam fenolik madde içeriği ise Folin-Ciocalteu metoduna göre tespit edilmiştir (Spanos ve Wrolstad, 1990). Bunun için, öncelikle 100 µl örneğe 100 µl distile su eklendikten sonra 5 ml %10'luk Folin çözeltisi (v/v) ilave edilmiştir. Üç dakika sonra 4 ml %7.5 (w/v) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilerek elde edilen karışım reaksiyonun gerçekleşmesi için 2 saat boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbansları 765 nm dalga boyunda okunmuştur. Standart olarak 0.01-0.1 mg ml<sup>-1</sup> konsantrasyon aralığında gallik asit çözeltisi hazırlanmıştır. Örneklerin toplam fenolik madde içeriği mg gallik asit eşdeğeri 100 ml<sup>-1</sup> örnek şeklinde ifade edilmiştir.

#### *İstatistiksel analiz*

Analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş olup sonuçlar ortalama ± standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. Tüm veriler %95 güven aralığında varyans analizi ile istatistiksel olarak incelenmiş ve ortalamalar arası önemli farklılıklar IBM SPSS 19 yazılımı kullanılarak Tukey testi ile belirlenmiştir.

#### **Bulgular ve Tartışma**

##### *Enzim ve ısı işlem uygulanmamış siyah üzüm ve ahududu sularının karakterizasyonu*

Yapılan analizlere göre üzüm ve ahududu sularının başlangıç özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürle kıyaslanabilir özelliktedir. Buna göre yapılan bazı çalışmalarda üzüm suları için briks değeri 23, toplam şeker içeriği 138.9-229 g glukoz l<sup>-1</sup>, pH değeri 3.78, yüzde titre edilebilir asitlik değeri %0.43, renk farklılığı ise 1.42 olarak ifade edilmiştir (Rihm ve ark., 1989; Orak, 2007; Tiwari, 2010; Arpa ve Cabaroğlu, 2017). Ahududu suları için ise bahsedilen parametreler şu şekilde bildirilmiştir; briks değeri 7-13.2, toplam şeker içeriği 18-106 g glukoz l<sup>-1</sup>, pH değeri 3.1-3.3, yüzde titre edilebilir asitlik değeri %1.65, renk farklılığı 56 (Boyles ve Wrolstadt, 1993; Viljakainen ve ark., 2002; Vazquez-Araujo ve ark., 2010; Anekelle ve

Orsat, 2013). Çalışmada kullanılan hammaddelerin briks, toplam şeker içeriği ve pH değerleri daha önce literatürde yayınlanmış çalışmalarda bulunan değerlere yakın veya verilen aralıklar içerisinde bulunduğu halde, yüzde titre edilebilir asitlik ve toplam renk farklılıkları kıyaslandığında önceki bulgulara göre yüksek değerler elde edilmiştir. Bu farklılığın nedeni kullanılan hammaddenin varyetesi, yetiştirilme koşulları veya hasat zamanından kaynaklanıyor olabilir.

Çizelge 1. Enzimatik işlem uygulanmamış üzüm ve ahududu sularının özellikleri. Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir (n=3)

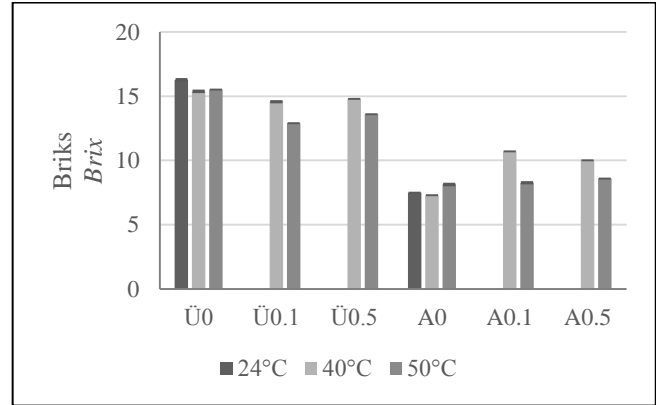
Table 1. Properties of the enzymatically untreated grape and raspberry juices. Results were expressed as mean±standard (n=3)

	Siyah üzüm suyu Black grape juice	Ahududu suyu Raspberry juice
Briks Brix	16.3±0.06	7.5±0.00
Toplam şeker, glukoz l <sup>-1</sup> Total sugar, glucose l <sup>-1</sup>	138±3.93	61.6±9.66
pH	3.6±0.01	3.1±0.01
Titre edilebilir asitlik, % Titratable acidity, %	4.5±0.77	14.5±0.00
Toplam renk farklılığı Total colour difference	76.1±0.44	98.4±3.08

*Farklı sıcaklıklarda enzim uygulamasının siyah üzüm ve ahududu sularının fizikokimyasal özellikleri ve meyve suyu verimine etkisi*

Siyah üzüm ve ahududu örneklerine farklı sıcaklıklarda uygulanan enzimatik ön işlem, örneklerin suda çözünen kuru madde içeriğini önemli derecede etkilemiştir. Her iki meyve için briks değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Varyans analizine göre, ayrı ayrı enzim miktarı ve sıcaklık parametrelerinin ve iki yöllü enzim miktarı×sıcaklık etkileşiminin her iki meyve tipine ait briks değerleri üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu (p<0.05) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, enzim ilavesi ve sıcaklık uygulamasının ahududu suyunun briks değerlerinde kontrol grubuna göre artışa neden olduğunu göstermiştir ve briks değeri en çok 40°C sıcaklıkta %0.1 (v/w) düzeyinde enzim uygulaması yapıldığında %42.7 oranında artmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar literatürdeki diğer çalışmalar ile benzerlik

göstermektedir. Chang ve ark. (1995) enzim ve sıcaklık etkisiyle daha fazla doku parçalanması sonucu suda çözünen kuru maddede artışa neden olan bileşenlerin açığa çıktığını bildirmiştir. Dolayısıyla, bu durum ahududu suyunun briks değerinin artması ile ilişkili olabilir. Üzüm suyunda enzim ilavesi ve sıcaklık uygulaması, ahududu örneğine kıyasla aksi bir etki göstererek, briks değerinin kontrol grubuna göre daha düşük bir değere sahip olmasına neden olmuştur. Buna bağlı olarak, 50°C sıcaklıkta %0.1 (v/w) oranında enzim ilavesi yapıldığında briks değerinde en fazla %21 oranında azalma olduğu görülmüştür. Ekstraksiyonda açığa çıkan suda çözünebilir kurumadde artarken meyve suyunun da artması üzüm suyunun briks değerinde düşüşe neden olmuş olabilir.



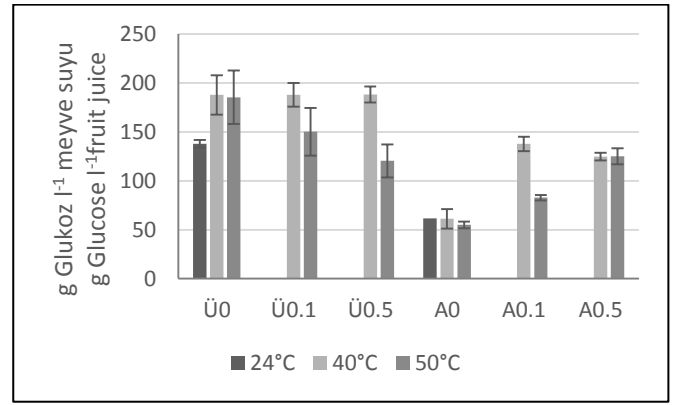
Şekil 2. Enzimatik işlem uygulanmış ve uygulanmamış üzüm ve ahududu sularının briks değerleri (Ü0: enzim ilavesiz üzüm suyu, Ü0.1: %0.1 enzim ilaveli üzüm suyu, Ü0.5: %0.5 enzim ilaveli üzüm suyu, A0: enzim ilavesiz ahududu suyu, A0.1: %0.1 enzim ilaveli ahududu suyu, A0.5: %0.5 enzim ilaveli ahududu suyu) (n=3)

Figure 2. Brix values of the enzymatically treated and untreated grape and raspberry juices (Ü0: grape juice without enzyme, Ü0.1: 0.1% enzyme added grape juice, Ü0.5: 0.5% enzyme added grape juice, A0: raspberry juice without enzyme, A0.1: 0.1 % enzyme added raspberry juice, A0.5: 0.5% enzyme added raspberry juice) (n=3)

Farklı sıcaklıklarda enzimatik ön işlem görmüş örneklerin ve kontrol grubunun toplam şeker miktarları Şekil 3'te verilmiştir. Enzim ve sıcaklık uygulaması istatistiki olarak değerlendirildiğinde, ayrı ayrı enzim miktarı ve sıcaklık parametrelerinin ve iki yöllü enzim miktarı×sıcaklık etkileşiminin her iki meyve suyu için de toplam şeker içeriği

üzerine önemli bir etkisinin bulunduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Üzüm suyuna sıcaklık uygulandığında, kontrol grubuna göre toplam şeker miktarında artış olduğu görülmüştür. Aynı zamanda  $50^{\circ}\text{C}$ 'de uygulanan ön işlem sırasında enzim konsantrasyonu arttıkça toplam şeker içeriğinde %35 azalma olduğu belirlenmiştir. Ahududu suyunda ise  $50^{\circ}\text{C}$ 'de enzim konsantrasyonu arttıkça meyve suyunun şeker içeriği de artış göstermiş ve %0.5 (v/w) enzim ilavesi yapıldığında, enzim ilave edilmeyen gruba göre %127 artış olduğu saptanmıştır. Fakat  $40^{\circ}\text{C}$ 'de %0.1 (v/w) enzim ilave edildiğinde şeker içeriği artarken, enzim konsantrasyonu %0.5 (v/w)'e yükseltildiğinde şeker içeriğinde düşüş tespit edilmiştir. Benzer şekilde Chang ve ark. (1995) de eklenen pektinaz konsantrasyonu %0.2 (v/w)'yi geçtikten sonra mürdüm eriği suyunun sükröz içeriğinin düştüğünü raporlamıştır.

Sıcaklık ve enzim uygulamasının üzüm ve ahududu sularının pH'sı üzerine etkisi incelenmiştir. Her iki meyve için pH değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde, ayrı ayrı enzim miktarı ve sıcaklık parametrelerinin ve iki yollu enzim miktarı×sıcaklık etkileşiminin üzüm sularının pH'sına önemli derecede etki ettiği gözlenmiştir ( $p < 0.001$ ). Üzüm suyu örneklerine sıcaklık uygulaması sonucunda, örneklerin pH'sında kontrol grubuna göre artış olduğu bulunmuştur. Diğer yandan enzim konsantrasyonu arttıkça benzer şekilde üzüm suyu pH'sında artış olduğu gözlenmiştir. Ahududu suyu için ise sıcaklık meyve suyu pH'sına önemli derecede etki ederken ( $p = 0.00$ ), enzim miktarı ve iki yollu enzim miktarı×sıcaklık etkileşiminin önemli bir etkisinin bulunmadığı gözlenmiştir ( $p > 0.05$ ). Buna göre, ahududu suyu üretiminde sıcaklık arttıkça meyve suyu pH'sında artış olduğu tespit edilmiştir. Yang ve Choong (2001) çeşitli meyveler içerisinde bulunan uçucu organik asit kompozisyonunu ve miktarını belirlemiştir. Buna göre, üzüm ve ahududu sularına enzimatik ön işlem uygulanması sırasında meyve suyundaki uçucu organik asitlerin sıcaklık etkisiyle ortamdan ayrılması pH artışına neden olmuş olabilir.



Şekil 3. Enzimatik işlem uygulanmış ve uygulanmamış üzüm ve ahududu sularının toplam şeker içeriği (Kısaltmalar Şekil 2'de verilmiştir) (n=3)

Figure 3. Total sugar content of the enzymatically treated and untreated grape and raspberry juices (Abbreviations were given in Figure 2) (n=3)

Çizelge 2. Enzimatik işlem uygulanmış ve uygulanmamış üzüm ve ahududu sularının pH değerleri. Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir (Kısaltmalar Şekil 2'de verilmiştir) (n=3)

Table 2. pH of the enzymatically treated and untreated grape and raspberry juices. Results were expressed as mean±standard deviation (Abbreviations were given in Figure 2) (n=3)

	24°C	40°C	50°C
Ü0	3.6±0.01	3.5±0.01	3.6±0.01
Ü0.1		4.0±0.00	3.8±0.01
Ü0.5		4.0±0.01	3.9±0.01
A0	3.1±0.01	3.1±0.02	3.2±0.02
A0.1		3.1±0.01	3.2±0.03
A0.5		3.1±0.01	3.2±0.01

Enzimatik ön işlem ve sıcaklık uygulamasının yüzde titre edilebilir asitlik üzerine etkisi ise şu şekildedir (Çizelge 3): Ayrı ayrı enzim miktarı ve sıcaklık parametreleri ile iki yollu enzim miktarı×sıcaklık etkileşimi üzüm suyunun titre edilebilir asitliği üzerine önemli bir etki göstermiştir (her biri için  $P = 0.00$ ). Ahududu suyu için ise ayrı ayrı enzim miktarı ve sıcaklık parametreleri meyve suyunun titre edilebilir asitliğine önemli derecede etki ederken ( $p < 0.05$ ), iki yollu enzim miktarı×sıcaklık etkileşiminin önemli bir etkisinin bulunmadığı gözlenmiştir ( $p > 0.05$ ). Elde edilen verilere göre, ahududu suyu için sıcaklık ve enzim konsantrasyonu arttıkça yüzde titre edilebilir asitlikte de kontrol grubuna göre artış meydana gelmiştir. Gözlenen bu artışın sebebi ahududu içerisindeki pektik bileşenlerin

pektolitik enzimler tarafından pektik asit ve/veya galakturonik aside dönüştürülmesinden kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde, Stadtman ve ark. (1977) soğuk işlenmiş domates sularında yüksek pektolitik enzim aktivitesine bağlı olarak titre edilebilir asitlikte artış olduğunu göstermiştir. Üzüm suyu için ise enzim eklendiğinde, enzimsiz işlem görenlere göre yüzde titre edilebilir asitlikte düşüş gözlenmiştir. Moris ve ark. (1980), gübrelemeye işlemi uygulanmış kırmızı üzümde biriken potasyumun meyve suyuna işleme sırasında potasyum tartarata dönüştüğünü ve üzüm suyunun asitliğinde değişime neden olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, çalışma sırasında kullanılan üzümün varyetesi ve yetiştirilme koşullarına bağlı olarak işlem sırasında titre edilebilir asitliği artmış olabilir.

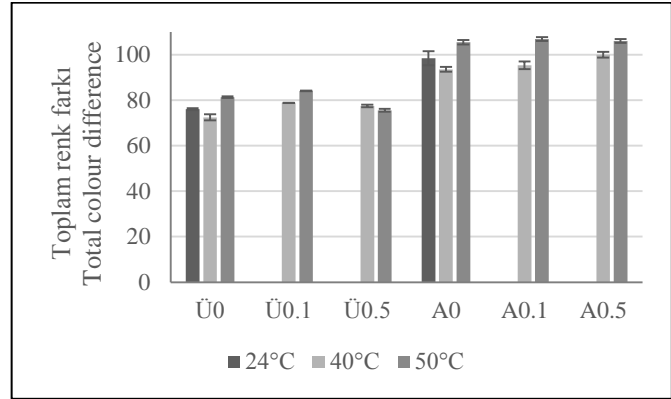
Çizelge 3. Enzimatik işlem uygulanmış ve uygulanmamış üzüm ve ahududu sularının % titre edilebilir asitlik değerleri. Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir (Kısaltmalar Şekil 2'de verilmiştir) (n=3)

Table 3. Titratable acidity (%) of the enzymatically treated and untreated grape and raspberry juices. Results were expressed as mean±standard deviation (Abbreviations were given in Figure 2) (n=3)

	24°C	40°C	50°C
Ü0	4.5±0.77	2.8±0.31	6.0±0.31
Ü0.1		3.1±0.09	3.6±0.15
Ü0.5		3.3±0.23	3.9±0.23
A0	14±0.00	16±0.22	15±0.15
A0.1		16±0.74	16±0.07
A0.5		16±0.13	17±0.52

Renk, tüketici tercihini belirleyen en önemli faktörlerden birisidir. Antosiyaninler üzüm ve ahududunun kendilerine has renklerini veren antioksidan özellikteki fenolik bileşiklerdir. Antosiyanince zengin meyve ve sebzelere ısı uygulanması ve bu gıdalardaki polifenol oksidaz enzimi aktivitesi, antosiyanin stabilitesini olumsuz etkilemektedir (Patras ve ark., 2010). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre (Şekil 4), her iki meyve suyu için de ayrı ayrı enzim miktarı ve sıcaklık parametrelerinin ve iki yollu enzim miktarı×sıcaklık etkileşiminin renk yoğunluğu

üzerine önemli bir etkide bulunduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). En yüksek toplam renk farkı hem üzüm hem ahududu suyu için 50 °C'de %0.1 (v/w) enzim ilave edildiğinde elde edilmiştir (üzüm suyu için 84, ahududu suyu için 107). Maier ve ark. (2009), antosiyaninlerin pektik bileşikler tarafından stabilize edildiğini bildirmiştir. Buradan yola çıkarak, düşük miktarda enzim ilavesi ile meyve suyu içerisindeki pektinin bir kısmının hala ortamda bulunması ve kontrol grubuna göre yüksek sıcaklık uygulamasıyla meyve ve sebzelerde renk açılmasından sorumlu polifenol oksidaz enziminin inaktivasyonu sayesinde 50 °C'de %0.1 (v/w) enzim ilave edildiği koşullarda renk stabilizasyonunu sağlamış olabilir.



Şekil 4. Enzimatik işlem uygulanmış ve uygulanmamış üzüm ve ahududu sularının toplam renk farkı (Kısaltmalar Şekil 2'de verilmiştir) (n=3)

Figure 4. Total colour difference of the enzymatically treated and untreated grape and raspberry juices (Abbreviations were given in Figure 2) (n=3)

Meyve suyu verimi, meyve suyu endüstrisinde önemli parametrelerden birisidir. Özellikle pahalı ve çok miktarda bulunmayan meyvelerden meyve suyu üretiminde yüksek verim elde etmek en önemli hedeflerden biridir. Bu çalışmada meyve suyuna farklı sıcaklıklarda %0.1 (v/w) ve %0.5 (v/w) oranında pektinaz enzimi eklenerek verimin nasıl değiştiği araştırılmıştır. Her iki meyve suyu için de verimde maksimum artış 40 °C'de %0.5 (v/w) enzim ilave edildiğinde gözlenmiştir (Çizelge 4). Kullanılan pektinaz enziminin optimum çalışma sıcaklığı 35 °C'dir. 40 °C'de enzimatik işleme tabi tutulan meyve sularının veriminin diğer gruplara göre daha yüksek çıkmasının nedeni, enzim aktivitesinin daha yüksek olmasına bağlanabilir. Elde edilen sonuçlara göre maksimum verim artış

oranı üzüm suyu için %17, ahududu suyu içinse %4 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. Enzimatik işlem uygulanmış ve uygulanmamış üzüm ve ahududu sularının verimi

Table 4. Yield of the enzymatically treated and untreated grape and raspberry juices

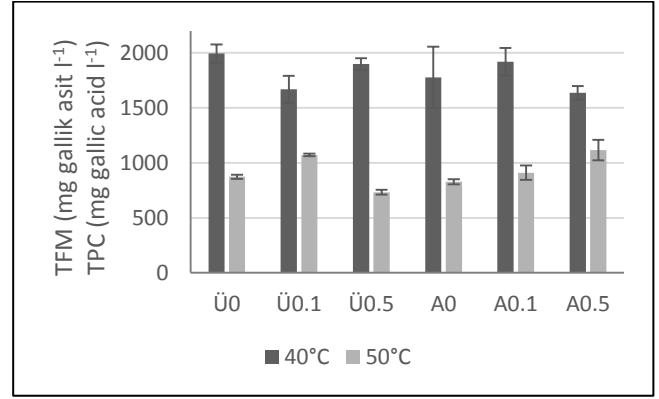
Sıcaklık Temperature	24 °C		40°C		50°C		
Enzim konsantrasyonu Enzyme concentration	%0	%0	%0.1	%0.5	%0	%0.1	%0.5
Üzüm suyu verimi, % Grape juice yield, %	51	51	64	68	50	52,5	53
Ahududu suyu verimi, % Raspberry juice yield, %	60	59	63	64	53	54	46

Farklı sıcaklıklarda enzim uygulamasının toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesi üzerine etkisi

40 ve 50 °C'de enzim ilaveli ve ilavesiz üzüm ve ahududu sularının toplam fenolik madde içeriği Şekil 5'te verilmiştir. Buna göre, enzim ilavesi ve ısıl işlem görmüş üzüm sularının toplam fenolik madde içeriği 1637-1994 mg gallik asit eşdeğeri l<sup>-1</sup> arasında değişim göstermektedir. Benzer şekilde, Burin ve ark. (2010) ait farklı özelliklerdeki üzüm sularının karakterizasyonu ve antioksidan özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışmada incelenen meyve sularının toplam fenolik madde içeriği 235-3433 mg gallik asit eşdeğeri l<sup>-1</sup> olarak verilmiştir. Bununla birlikte, ahududu sularının toplam fenolik madde içeriğinin 828-1918 mg gallik asit eşdeğeri l<sup>-1</sup> arasında olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Jakobek ve ark. (2007) de ahududu suyunun toplam fenolik madde içeriğini 1234 mg gallik asit eşdeğeri l<sup>-1</sup> olarak bildirmiştir.

Varyans analizine göre üzüm suyu örnekleri için ayrı ayrı enzim miktarı ve sıcaklık parametrelerinin ve iki yönlü enzim miktarı×sıcaklık etkileşiminin toplam fenolik madde içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu (p<0.05) belirlenmiştir. Ahududu suyu örnekleri için ise enzim miktarı toplam fenolik madde içeriği üzerine önemli bir etkide bulunmazken (p>0.05), sıcaklık ve iki yönlü

enzim miktarı×sıcaklık etkileşiminin önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5. Enzimatik işlem uygulanmış ve uygulanmamış üzüm ve ahududu sularının toplam fenolik madde içeriği (Kısaltmalar Şekil 2'de verilmiştir) (n=3)

Figure 5. Total phenolic content of the enzymatically treated and untreated grape and raspberry juices (Abbreviations were given in Figure 2) (n=3)

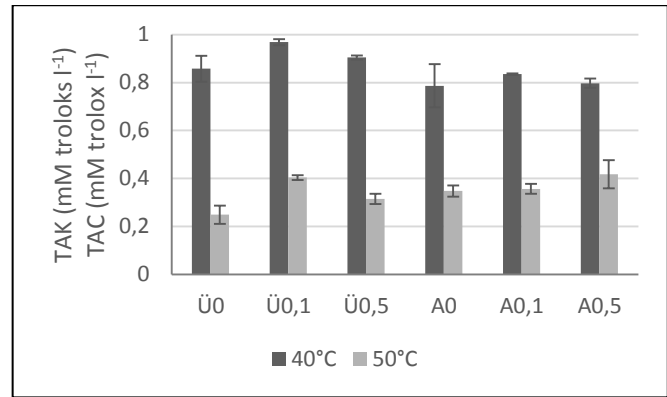
Sıcaklık 40°C'den 50°C'ye yükseldiğinde toplam fenolik madde içeriğinde üzüm suyu için %36-61, ahududu suyu için ise %32-53 düşüş olduğu görülmektedir. Patras ve ark. (2010), meyve ve sebzelerde bulunan antosiyaninlerin ısıya karşı duyarlı olduğunu ve sıcaklık uygulaması ile bu bileşenlerde kayıplar olduğunu belirtmiştir. Üzüm ve ahududu da antosiyanince zengin meyvelerden olduğundan, sıcaklık artışı ile meyve suyu içerisinde bulunan antosiyaninlerde kayıp yaşanmış ve bu da toplam fenolik madde içeriğinde düşüşe sebep olmuş olabilir. Literatürde meyve-sebze işleme uygulamalarının fenolik maddeler üzerindeki etkilerini araştıran çok sayıda çalışma bulunmakla beraber, birbiriyle çelişen sonuçlara sıkça rastlanmaktadır. Sıcaklık uygulamasının toplam fenolik madde miktarında kayba sebep olması beklenir; örneğin Crozier ve ark. (1997) soğan ve domateslerde çeşitli ısıl işlemlerin kuersetin miktarında %30 ile %80 arasında düşüşe sebep olduğunu göstermişlerdir. Benzer şekilde, çilekte aynı fenolik maddenin ısıl işleme bağlı olarak kaybı %40 olarak bulunmuştur (Hartmann ve ark., 2008). Diğer taraftan Odriozola-Serrano ve ark. (2008), çilek suyunun kuersetin miktarının pastörizasyon uygulamasından etkilenmediğini belirtmişlerdir. Biber, bezelye ve brokolinin pişirme sonucunda antioksidan aktivitesindeki değişimleri inceleyen

bir çalışmada, bu değişimin sebze türünden çok pişirme metoduna bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (Turkmen ve ark., 2005). Üründe fenolik madde miktarının ısı işlem sonrasında arttığını gösteren çalışmalar da mevcuttur. Örneğin elma suyuna 40-70 °C aralığında uygulanan ısı işlemle flavonoid miktarında %50 artış olduğu, bunun da ısı işlemin flavonoid ekstraksiyonu verimini arttırmasından kaynaklandığını rapor edilmiştir (Gerard ve Roberts, 2004). Toplam fenolik madde miktarına ısı işlemle beraber meyve-sebze cinsinin, yetiştirilme koşullarının, meyvenin büyüklüğünün ya da olgunluk düzeyinin ve meyve-sebzeye uygulanan diğer işlemlerin de etki ettiği bilinmektedir (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2009). Dolayısıyla mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar, üzüm ve ahududu meyve sularında bulunan fenolik maddelerin ısı işlemle olumsuz etkilendiklerini göstermektedir.

40 ve 50 °C'de enzim ilaveli ve ilavesiz üzüm ve ahududu suyu örneklerinin toplam antioksidan kapasitesi ise Şekil 6'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde milimolar troloks eşdeğeri cinsinden antioksidan aktivitesinin 0.25 ile 0.97 arasında değiştiği görülmüştür. Daha önce yapılan bir çalışmada da benzer şekilde farklı üzüm sularının antioksidan aktivitelerinin 2.51 ile 11.1 arasında değiştiği bildirilmiştir (Burin ve ark., 2010). Ahududu sularının antioksidan kapasitesinin ise 0.35 ile 0.83 mM troloks eşdeğeri/L arasında değiştiği gözlenmiştir. Fakat Jokabek ve ark. (2007) çalışmasında ahududu suyunun antioksidan kapasitesi 8.20 mM troloks eşdeğeri l<sup>-1</sup> olarak bildirilmiştir. Aradaki bu on kat fark uygulanan farklı sıcaklık ve enzimatik ön işlemin etkisinden kaynaklanmış olabilir.

Varyans analizi ile üzüm suları için, ayrı ayrı enzim miktarı ve sıcaklık parametrelerinin DPPH radikal süpürme aktivitesi üzerine önemli bir etkide bulunduğu belirlenmiştir (p<0.05). Buna karşın, iki yönlü enzim miktarıxısıcaklık etkileşiminin toplam antioksidan kapasitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür (p>0.05). Ahududu suyu için ise, sıcaklık değişiminin toplam antioksidan kapasitesi

üzerine önemli bir etkide bulunduğu (p<0.05), enzim miktarının ise istatistiki olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlenmiştir (p>0.05). Şekil 5 ve 6'da görüldüğü gibi toplam antioksidan kapasitesi toplam fenolik madde içeriği ile benzer şekilde sıcaklık 40°C'den 50°C'ye yükseldiğinde düşüş göstermiştir. Buna göre sıcaklık artışı ile birlikte üzüm ve ahududu sularının troloks eşdeğeri cinsinden toplam antioksidan kapasitesinde üzüm suyu için %58-71, ahududu suyu için %48-57 düşüş olduğu saptanmıştır. Ayrıca, üzüm suyu örneklerinde enzim ilavesi ile toplam antioksidan kapasitesinde enzim ilavesi yapılmayan kontrol grubuna göre artış olduğu görülmüştür. Fakat Capanoğlu ve ark. (2013) yaptığı çalışmaya göre, berraklaştırma aşamasından sonra üzüm suyunun DPPH radikal süpürme aktivitesinde %25 oranında bir düşüş görülmüştür. Bu tezatlığın nedeni, yapılan çalışmada bu çalışmadan farklı olarak berraklaştırma aşamasında santrifüj, amilaz ilavesi gibi farklı aşamaların da bulunması olabilir.



Şekil 6. Enzimatik işlem uygulanmış ve uygulanmamış üzüm ve ahududu sularının toplam antioksidan kapasitesi (Kısaltmalar Şekil 2'de verilmiştir.) (n=3)

Figure 6. Total antioxidant capacity of the enzymatically treated and untreated grape and raspberry juices (Abbreviations were given in Figure 2) (n=3)

## Sonuçlar

Siyah üzüm ve ahudududan elde edilen meyve sularına pektolitik enzimler ile ön işlem uygulandığında, eklenen enzim miktarı (%0.1 ve %0.5) ve enzimatik reaksiyon sıcaklığının (40 ve 50 °C) elde edilen son ürünün verimine, antioksidan özelliklerine ve kalite özelliklerine önemli bir etkisi bulunduğu görülmüştür. Bu nedenle, meyve suyu



üretiminde enzimatik ön işlem uygulamasının verime olan etkisinin yanında ürünün diğer özelliklerine olan etkilerinin göz önüne alınması ve tüketici tarafından kabul edilebilir özellikte son ürün elde etmek için bu parametrelerin optimizasyonunun yapılması gerekmektedir.

## Ekler

Çalışma sonuçları 5-7 Ekim 2016 tarihlerinde Edirne’de düzenlenen Türkiye 12. Gıda Kongresi’nde aynı yazarlara ait “Enzim uygulamasının siyah üzüm ve ahududu sularının kimyasal özellikleri, toplam fenolik madde içeriği ve toplam antioksidan kapasitesi üzerine etkisi” başlıklı poster bildiri ile sunulmuştur.

## Kaynaklar

Anakelle, K., & Orsat, V. (2013). Optimization of microencapsulation of probiotics in raspberry juice by spray drying. *LWT - Food Science and Technology*, 50, 17-24.

Arpa, T.E., & Cabaroğlu, T. (2017). Elazığ yöresinde yetiştirilen kösetevik üzüm çeşidinin kırmızı şarap üretimine uygunluk durumunun belirlenmesi. *Gıda*, 42(3), 235-241.

Bagger-Jørgensen, R., & Meyer, A.S. (2004). Effects of different enzymatic pre-press maceration treatments on the release of phenols into blackcurrant juice. *European Food Research and Technology*, 219, 620-629.

Baiano, A., & Terracone, C. (2011). Varietal differences among the phenolic profiles and antioxidant activities of seven table grape cultivars grown in the south of Italy based on chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 9815-9826.

Benli Tüfekci, H., & Fenercioğlu, H. (2010). Türkiye ’de üretilen bazı ticari meyve sularının kimyasal özellikler açısından gıda mevzuatına uygunluğu. *Akademik Gıda*, 8(2), 11-17.

Boyles, M.J., & Wrolstadt, R.E. (1993). Anthocyanin composition of red raspberry juice: influences of cultivar, processing, and environmental factors. *Journal Food Science*, 58(5), 1135-1141.

Buchert, J., Koponen, J.M., Suutarinen, M., Mustranta, A., Lille, M., Törrönen, R., & Poutanen, K. (2005). Effect of enzyme-aided pressing on anthocyanin yield and profiles in bilberry and blackcurrant juices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2548-2556.

Burin, V.M., Falcao, L.D., Gonzaga, L.V., Fett, R., Rosier, J.P., & Bordignon-Luiz, M.T. (2010). Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(4), 1027-1032.

Burton-Freeman, B.M., Sandhu, A.K., & Edirisinghe, I. (2016). Red raspberries and their bioactive polyphenols: Cardiometabolic and neuronal health

links. *Advanced Nutrition*, 7, 44-65.

Cacace, J.E., & Mazza, G. (2003). Optimization of extraction of anthocyanins from black currants with aqueous ethanol. *Journal of Food Science*, 68(1), 240-248.

Capanoglu, E., De Vos, R.C.H., Hall, R.D., Boyacioglu, D., & Beekwilder, J. (2013). Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. *Food Chemistry*, 139, 521-526.

Chang, T.S., Siddiq, M., Sinha, N., & Cash, J. (1995). Commercial pectinases and the yield and quality of stanley plum juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 19, 89-101.

Crozier, A., Lean, M.E.J., McDonald, M.S., & Black, C. (1997). Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce and celery. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 590-595.

Çapanoğlu, E., & Boyacıoğlu, D. (2009). Meyve ve sebzelerin flavonoid içeriği üzerine işlemenin etkisi. *Akademik Gıda*, 7, 41-46.

Gerard, K.A., & Roberts, J.S. (2004). Microwave heating of apple mash to improve juice yield and quality. *Food Science and Technology*, 37, 551-557.

Hartmann, A., Patz, C.D., Andlauer, W., Dietrich, H., & Ludwig, M. (2008). Influence of processing on quality parameters of strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 9484-9489.

Jakobek, L., Seruga, M., Medvidovic-Kosanovic, M., & Nova, I. (2007). Anthocyanin content and antioxidant activity of various red fruit juices. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 103, 58-64.

Koponen, J.M., Happonen, A.M., Auriola, S., Kontkanen, H., Buchert, J., Poutanen, K.S., & Törrönen, A.R. (2008). Characterization and fate of black currant and bilberry flavonols in enzyme-aided processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3136-3144.

Kumaran, A., & Joel Karanukaran, R. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 97, 109-114.

Landbo, A.K., & Meyer, A.S. (2004). Effects of different enzymatic maceration treatments on enhancement of anthocyanins and other phenolics in black currant juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5, 503-513.

Le Bourvellec, C., Bouchet, B., & Renard, C.M.G.C. (2005). Non-covalent interaction between procyanidins and apple cell wall material. Part III: Study on model polysaccharides. *Biochim Biophys Acta*, 1725, 10-18.

Lee, H.S., & Coates, G.A. (2002). Characterization of color fade during frozen storage of red grapefruit juice concentrates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3988-3991.

Lieu, L.N., & Man Le, V.V. (2010). Application of ultrasound to grape mash treatment in juice processing. *Ultrasonics Sonochemistry*, 17, 273-279.

Maier, T., Fromm, M., Schieber, A., Kammerer, D.R., & Carle, R. (2009). Process and storage stability of anthocyanins and non-anthocyanin phenolics in pectin and gelatin gels enriched with grape pomace extracts. *European Food Research and Technology*, 229, 949-960.

- Mojsov, K., Ziberovski, J., & Bozinovic, Z. (2011). The effect of pectolytic enzyme treatments on red grapes mash of Vranec on grape juice yields. *Perspectives of Innovation in Economics and Business*, 7(1), 84-86.
- Moris, J.R., Chawton, D.L., & Fleming, J.W. (1980). Effects of high rates of potassium fertilization on raw product quality and changes in pH and acidity during storage of concord grape juice. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31, 323-328.
- Mullen, W., McGinn, J., Lean, M.E.J., MacLean, M.R., Gardner, P., Duthie, G.G., & Crozier, A. (2002). Ellagitannins, flavonoids, and other phenolics in red raspberries and their contribution to antioxidant capacity and vasorelaxation properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5191-5196.
- Mutlu, M., Sarioğlu, K., Demir, N., Ercan, M.T., & Acar, J. (1999). Use of commercial pectinase in fruit juice industry. Part I: Viscosimetric determination of enzyme activity. *Journal of Food Engineering*, 41, 147-150.
- Nielsen, S.S. (2010). *Food analysis laboratory manual*. 2. press. New York: Springer Science+Business Media.
- Odrizola-Serrano, I., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2008). Phenolic acids, flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity of strawberry juices processed by high-intensity pulsed electric fields or heat treatments. *European Food Research Technology*, 228, 239-248.
- Orak, H.H. (2007). Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Horticulturae*, 111, 235-241.
- Patras, A., Brunton, N.P., O'Donnell, C., & Tiwari, B.K. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in Food Science and Technology*, 21, 3-11.
- Rhim, J.W., Nunes, R.V., Jones, V.A., & Swartzel, K.R. (1989). Kinetics of color change of grape juice generated using linearly increasing temperature. *Journal of Food Science*, 54, 776-777.
- Ruxton, C.H.S., Gardner, E.J., & Walker, D. (2006). Can pure fruit and vegetable juices protect against cancer and cardiovascular disease too? A review of the evidence. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 57(3-4), 249-272.
- Sarioğlu, K., Demir, N., Acar, J., & Mutlu, M. (2001). Use of commercial pectinase in the fruit juice industry, Part 2: Determination of the kinetic behaviour of immobilized commercial pectinase. *Journal of Food Engineering*, 47, 271-274.
- Sin, H.N., Yusof, S., Sheikh Abdul Hamid, N., & Rahman, R.A. (2006). Optimization of enzymatic clarification of sapodilla juice using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 73, 313-319.
- Sójka, M., Macierzyński, J., Zaweracz, W., & Buczek, M. (2016). Transfer and mass balance of ellagitannins, anthocyanins, flavan-3-ols, and flavonols during the processing of red raspberries (*Rubus idaeus* L.) to juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 5549-5563.
- Spanos, G.A., & Wrolstad, R.E. (1990). Influence of processing and storage on the phenolic composition of Thompson Seedless grape juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(7), 1565-1571.
- Stadtman, F.H., Buhlfrtand, J.F., & Marsh, G.L. (1977). Titratable acidity of tomato juice as affected by break procedure. *Journal of Food Science*, 42, 379-382.
- Tiwari, B.K., Patras, A., Brunton, N., Cullen, P.J., & O'Donnell, C.P. (2010). Effect of ultrasound processing on anthocyanins and color of red grape juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 17, 598-604.
- Turkmen, N., Sari, F., & Velioglu, S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93, 713-718.
- Vázquez-Araújo, L., Chambers I.V.E., Adhikari, K., & Carbonell-Barrachina, A.A. (2010). Sensory and physicochemical characterization of juices made with pomegranate and blueberries, blackberries, or raspberries. *Journal of Food Science*, 75, 398-404.
- Viljakainen, S., Visti, A., & Laakso, S. (2002). Concentrations of organic acids and soluble sugars in juices from nordic berries. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 52(2), 101-109.
- Weisel, T., Baum, M., Eisenbrand, G., Dietrich, H., Will, F., Stockis, J.P., & Janzowski, C. (2006). An anthocyanin/polyphenolic-rich fruit juice reduces oxidative DNA damage and increases glutathione level in healthy probands. *Biotechnology Journal*, 1, 388-397.
- Withy, L.M., Nguyen, T.T., Wrolstadt, R.E., & Heatherbell, D.A. (1993). Storage changes in anthocyanin content of red raspberry juice concentrate. *Journal of Food Science*, 58(1), 190-192.
- Yang, M.H., & Yong, Y.M. (2001). A rapid gas chromatographic method for direct determination of short-chain (C2–C12) volatile organic acids in foods. *Food Chemistry*, 75, 101-108.
- Yang, J., Martinson, T.E., & Liu, R.H. (2009). Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. *Food Chemistry*, 116, 332-339.



# Glutensiz ekmekte nohut mayası kullanımının etkileri

## *Effects of chickpea yeast utilization on gluten-free bread*

Nazlı ŞAHİN<sup>1\*</sup> , Mehmet KOYUNCU<sup>1</sup> , Abdulvahit SAYASLAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yunus Emre Yerleşkesi, 70100 Karaman, Türkiye

### To cite this article:

Şahin, N., Koyuncu, M. & Sayaslan, A. (2018). Glutensiz ekmekte nohut mayası kullanımının etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 513-524. DOI: 10.29050/harranziraat.382537

### Address for Correspondence:

Nazlı ŞAHİN  
e-mail:  
nsahin@kmu.edu.tr

### Received Date:

23.01.2018

### Accepted Date:

12.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### Öz

Bu çalışmada lezzet (tat+koku) ve tekstür bakımından zayıf olan glutensiz ekmeğin üretiminde nohut mayası kullanımının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla glutensiz ekmeğin formülasyonlarına %15, %30 ve %45 (v/w) oranlarında nohut mayası sıvısı ilave edilmiş ve nohut mayası katkı ekmeğin üretilmiştir. Kontrol ve nohut mayası katkı ekmeğin hacim, tekstür, renk ve lezzet gibi özellikleri incelenmiş, mikrobiyolojik sayımlar ve antioksidan kapasite ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Nohut mayası sıvısının glutensiz ekmeğin formülasyonlarına %30 ve %45 oranlarında katılması, ekmeğin hacmini yaklaşık %3-12, antioksidan kapasiteyi ise yaklaşık %10 oranında artırmıştır. Ayrıca nohut mayası eklemek kısmen bayatlama geciktirici ve lezzet geliştirici etki göstermiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, glutensiz ekmeğin en iyi sonuç %30 nohut mayası sıvısı katkısıyla elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nohut mayası, Glutensiz ekmeğin, Kalite

### ABSTRACT

In this study, effects of chickpea yeast (fermented-chickpea liquor) on gluten-free bread, which is poor in flavor (taste+odor) and texture, were investigated. For this purpose, chickpea yeast at 15, 30 and 45% (v/w) levels were added to the gluten-free formulations and gluten-free breads containing chickpea yeast were baked. Loaf volume, texture, color and flavor characteristics of the control and chickpea-yeast added breads were determined. Additionally, microbial counts and antioxidant capacity studies were conducted. Addition of chickpea yeast at 30 and 45% levels to the gluten-free bread formulations increased loaf volume about 3 and 12%, retarded staling, improved flavor and increased nutritional quality about 10%. In general, the best result was obtained when chickpea yeast was added to the gluten-free breads at 30% level.

**Key Words:** Chickpea yeast, Gluten-free bread, Quality

## Giriş

Gliadin ve glutenin fraksiyonlarından oluşan ve viskoz, elastik ve kohezif özelliklere sahip olan buğday gluten proteinleri, hamur oluşturma ve gaz tutma özellikleri nedeniyle ekmeğin üretiminde belirleyici bir role sahiptir (Hoseney, 1994). Gluten proteinleri sağlıklı bireyler için herhangi bir problem oluşturmazken, çölyak hastalarında

özellikle gliadin fraksiyonu ciddi sağlık sorunlarına neden olmakta; bu nedenle çölyak hastaları buğday, arpa, çavdar ve yulaf ürünlerini tüketememektedirler (Arendt ve ark., 2008). Söz konusu hastalar için "glutensiz" olarak adlandırılan gıdalar geliştirilmiştir. Glutensiz ekmeğin, yukarıda sayılan dört tahıl dışındaki tahıl unları ile baklagil unları ve/veya nişastalarından oluşan glutensiz bir karışıma,

gluten proteinlerinin hamurdaki fonksiyonunu kısmen sağlayabilen ksantan, guar, karboksimetil selüloz (CMC) veya pektin gibi hidrokolloidlerin katılmasıyla üretilmektedir (Anton ve Artfield, 2007). Hali hazırda piyasada satışa sunulan glutensiz ekmekler oldukça yavan bir lezzet ile sert ve hızlı bayatlayan bir tekstüre sahiptir (Yılmaz, 2014). Çölyak hastalığı, genetik yatkınlığı olan bireylerde gluten proteinlerini içeren gıdaların tüketilmesi sonucu ortaya çıkan bağışıklık sistemi kaynaklı bir rahatsızlıktır (Arendt ve ark., 2008). Bu hastalar buğday, arpa, çavdar ve yulafta bulunan gluten proteinlerini veya bunları içeren gıdaları tükettiklerinde, ince bağırsak iç yüzeyinde bulunan ve emilimi sağlayan 'villi'ler zarar görmekte ve bağırsak yüzeyi düzleşmektedir. Bunun sonucu olarak, çölyak hastaları tükettikleri gıdaların sindirimi ve emiliminde problem yaşamakta ve yetersiz beslenme sorunuyla karşılaşmaktadırlar (Özğür ve Hayta, 2011). Çölyak hastalığı, en yaygın gıda intoleranslarından biri olup, dünya nüfusunun %1-2'sini, Türkiye nüfusunun ise %0,3-1'ini etkilemektedir (İşleroglu ve ark., 2009).

Glutensiz gıda üretiminde temelde üç yaklaşım mevcuttur. Birincisi, nişasta bakımından zengin olan glutensiz bir karışıma gluten proteinlerinin hamura sağladığı viskozite ve gaz tutma özelliğini kısmen sağlayabilen hidrokolloidlerin katılmasıdır (Anton ve Artfield, 2007; Yılmaz, 2014). Hali hazırdaki pratik uygulama ağırlıklı olarak bu yöndedir. Glutensiz gıda üretiminde ikinci yaklaşım, nişasta bakımından zengin olan glutensiz bir karışıma hidrokolloidler ile birlikte proteinlerin çapraz bağlar yoluyla polimerleşmesini katalizleyerek elastikiyet kazandıran transglutaminaz enzimi katılmasıdır (Moore ve ark., 2006). Bu yaklaşım endüstriyel uygulamada yeterince karşılık görmemiştir. Üçüncü yaklaşım ise, buğday ununa spesifik mikroorganizmaları içeren starter kültürler veya ekşi maya katarak salgıladıkları proteazlar vasıtasıyla unda bulunan toksik gliadin kalıntılarını zararsız hale getirdiği yönünde veriler mevcuttur (Greco ve ark., 2011). Bu yaklaşımın potansiyeli yüksek görünmekle birlikte hala araştırma ve

geliştirme aşamasındadır. Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan nişasta içeriği yüksek karışımlar ile viskozite sağlayıcı hidrokolloidler konusunda çok sayıda çalışma yürütülmüş; en iyi nişastalı karışımların pirinç unu ve mısır nişastası içerenler olduğu, en etkili gıdaların ise soğuk suda çözünebilen ksantan, guar, hidroksipropil metilselüloz (HPMC) veya CMC gıdaları ya da bunların uygun kombinasyonları olduğu bildirilmiştir (Acs ve ark., 1996a, Acs ve ark., 1996b; Anton ve Artfield, 2007; Yılmaz, 2014).

Glutensiz ürünler diyet lifi, protein, B-grubu vitaminler ile demir, çinko ve kalsiyum gibi mineraller yönünden gluten içeren gıdalara göre fakirdir (Thompson, 2000). Bunun sebebi söz konusu gıdaların kepeği ve embriyosu ayrılmış mısır veya pirinç unu ya da nişastalarından üretilmesidir. Düşük besleyicilik kalitelerinin yanı sıra, piyasadaki glutensiz ürünlerin tekstür, lezzet ve raf ömürleri de düşüktür. Glutensiz karışımlardan üretilen ekmeklerin düşük proteinli ve yüksek nişastalı olmaları, nişasta retrogradasyonuna bağlı olarak bayatlamalarını hızlandırmaktadır (Gallagher ve ark., 2004).

Glutensiz ekmeklerin tüketimleri sırasında hissedilen parçacıklı yapıları ve yavan lezzetleri de öne çıkan dezavantajlarından (Arendt ve ark., 2002). Ekmekçilikte ekşi maya kullanımı hamurun işlenebilirliğini artırmakta, ekmeğin bayatlamasını ve küflenmesini geciktirmekte ve tat-koku (lezzet) sağlayan bileşenlerinin oluşumunu artırmaktadır (Moroni ve ark., 2009). Bu bağlamda ekşi maya benzeri özelliklere sahip olan nohut mayası iyi bir alternatif olabilir.

Nohut mayasının üretimi ve kullanımı geleneksel bir uygulama olduğundan oldukça değişkenlik göstermektedir. Nohut mayası Yunanistan, Kıbrıs ve Makedonya (Katsaboxakis ve Mallidis, 1996; Hatzikamari ve ark., 2007a, Hatzikamari ve ark., 2007b) ile birlikte ülkemizin bazı bölgelerinde evlerde ve küçük fırınlarda farklı yöntemlerle hazırlanmakta; ekmek, simit, poğaç ve çöreklerin üretiminde kullanılmaktadır (Özkaya, 1992; Hancıoğlu-Sıkılı, 2003; Baykara, 2006; Çebi, 2009, Tangüler, 2014). Farklı uygulamalar olmakla birlikte, nohut mayası

üretiminde çoğunlukla nohut kabaca kırılarak bir kaba koyulmakta, üzerine ağırlığının 3-5 katı kaynamış ve 50°C civarına soğutulmuş su ve %0,5-1 (w/w) oranında tuz ilave edilmekte, 35-40°C sıcaklıkta 15-20 saat fermantasyona bırakılmaktadır. Fermantasyon sonunda kabın içerisindeki sıvının yüzeyinde 1-2 cm yüksekliğinde köpük oluşmakta ve bu köpük fermantasyonun başarılı olduğunu göstermektedir (Hatzikamari ve ark., 2007a, Hatzikamari ve ark., 2007b; Tangüler, 2014). Elde edilen nohut mayası sıvısı köpüğüyle birlikte süzülerek kırık nohutlardan ayrılmakta, doğrudan veya çoğunlukla ön hamur (ekşi hamur, nohut mayası hamuru) oluşturularak unlu mamullerde kullanılmaktadır (Özkaya, 1992; Baykara, 2006). Yunanistan'da kırılmış nohudun üzerine kaynamış sıcak su ilave edilirken (Hatzikamari ve ark., 2007a, Hatzikamari ve ark., 2007b), Türkiye'de kaynatılıp 50°C civarına soğutulmuş su kullanılmaktadır (Baykara, 2006; Çebi, 2009; Tangüler, 2014).

Nohut mayasının hazırlanması, biyokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ve unlu mamullerde kullanımı konularında sınırlı sayıda literatür mevcuttur. Özkaya (1992), ticari pres maya, ekşi maya ve nohut mayasının hamur ve ekmek kalitesine etkilerini araştırmış; nohut mayasının hamur reolojik özelliklerini zayıflattığını ancak ekmek tat ve aroma özellikleri ile dış kabuk rengini geliştirdiğini belirlemiştir. Baykara (2006), sadece nohut mayası ve %50-50 (w/w) nohut mayası-ticari yaş maya kullanılarak üretilen ekmeklerin özelliklerini ticari yaş maya ile yapılan ekmeklerle karşılaştırmış; ekmeklerin bayatlama hızlarını benzer bulmuş, ancak %50-50 nohut mayası-ticari yaş maya karışımından yapılan ekmeklerin duyu özelliklerini diğerlerinden yüksek bulmuştur. Narlıoğlu (2013); ticari maya, nohut mayası ve bu iki mayanın karışımını poğaçaya üretiminde kullanarak hamurda farinograf ve ekstensograf ölçümleri gerçekleştirmiş ve poğaçaya özelliklerini çalışmıştır. Nohut mayalı hamurun daha yumuşak ve kopmaya karşı daha dirençli bir yapı oluşturduğu, nohut mayalı poğaçanın daha az nem kaybı ve daha düşük su aktivitesi değişimine

maruz kaldığı, duyu özellikler bakımından ise ticari maya ve nohut mayası karışımının en iyi sonucu verdiği saptanmıştır. Hancıoğlu-Sıkılı (2003), nohut mayasının mikrobiyolojik ve lezzet karakteristiklerini araştırmış; nohut mayası ile hazırlanan ekmeklerde bazı aldehit ve asitlerin artarak karakteristik tat ve aromada etkili olduğunu bildirmiştir. Çebi (2014), nohut mayası ve nohut mayalı hamurdan izole edilen *Lactobacillus* suşlarının etkilerini araştırmış; hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğunda toplam 58 adet uçucu bileşik belirlemiş, nohut mayasından izole edilen bakterilerin ekmek içi sertlik, koheziflik ve çiğnenebilirlik değerlerini olumlu etkilediğini bulmuştur. Hatzikamari ve ark. (2007a), nohut mayası sıvısında meydana gelen biyokimyasal değişimleri ve mikroorganizmaları araştırmışlar; selülaz,  $\alpha$ -galaktozidaz, invertaz ve proteaz aktivitelerinin arttığını, özellikle fermantasyonun 10. saatinden itibaren *Bacillus* ve *Clostridium* türü mikroorganizmaların çoğaldığını, serbest yağ asitleri, indirgen şekerler ile serbest aminoasitlerin arttığını belirlemişlerdir. Hatzikamari ve ark. (2007b), sözkonusu bakterilerden *Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *B. licheniformis*, *Clostridium perfringens* ve *C. beijerinckii*'nin nohut mayalı hamurda en çok bulunan *Bacillus* ve *Clostridium* türleri olduğunu belirlemişlerdir. Çebi (2009) nohut mayası sıvısı ve nohut mayalı hamurda bulunan LAB türlerini incelemiş ve toplamda 120 adet LAB izole etmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda (Hancıoğlu-Sıkılı, 2003; Çebi, 2009) nohut mayası sıvısı veya hamurundan sadece LAB izole edilirken, Yunanistan'da yapılan çalışmalarda (Hatzikamari ve ark., 2007a, Hatzikamari ve ark., 2007b) *Bacillus* ve *Clostridium* türleri de izole edilmiştir.

Yukarıda özetlenen çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, nohut mayasının hamur reolojisi ile ekmek tekstür ve lezzetine olumlu katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, lezzet ve tekstür açısından yetersiz olan glutensiz ekmek üretiminde nohut mayası kullanımının etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Glutensiz ekmek denemelerinde kullanılan mısır nişastası, yağsız süt tozu ve ksantan gamı Komgıda (Kombassan Gıda A.Ş., Karaman) firmasından sağlanmış; pirinç unu, kabartma tozu, guar gamı ve DATEM Kimbiotek (Kimbiotek A.Ş., İstanbul) firmasından satın alınmıştır. Yaş maya, tuz, şeker, ayçiçek yağı ve koçbaşı nohut Karaman'daki marketlerden temin edilmiştir. Glutensiz karışım, %50 mısır nişastası ve %50 pirinç unu karışımıdır.

### Nohut mayasının hazırlanması

Nohut mayası üretimi ve unlu mamullerde kullanımı yöresel bir uygulama olduğundan standart bir metot yoktur. Bu çalışmada ağırlıklı olarak Çebi (2009) tarafından kullanılan nohut mayası üretim yöntemi takip edilmiştir. Öncelikle temizlenmiş 100 g koçbaşı nohut Waring blender kullanılarak kabaca kırılmış ve 1 l hacimli kapaklı cam kavanoza aktarılmıştır. Üzerine kaynatıldıktan sonra 50°C civarına soğutulan 350 ml distile su ve 1 g tuz ilave edilerek karıştırılmıştır. Cam kavanoz ağzı kapatılarak 40°C'de 16 saat süreyle fermantasyona bırakılarak üzerinde 1-2 cm köpük oluşan nohut mayası sıvısı elde edilmiştir. Nohut mayası sıvısı köpüğüyle birlikte süzülerek ayrılmış ve ekmek formülasyonlarına ilave edilmiştir.

### Glutensiz karışımında yapılan analizler

Mısır nişastası (%50) ve pirinç unundan (%50) oluşan glutensiz karışımın nem içeriği Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği (AACC)'nin 44-15A numaralı metodu takip edilerek etüvde kurutma yoluyla belirlenmiştir (AACC, 2000). Toplam azot (N) içeriği Dumas yakma yöntemiyle (AACC metot 46-30) çalışan N analizatörü (Velp Scientifica NDA 701, İtalya) kullanılarak ölçülmüş; 5.70 azot-protein çevrim faktörü kullanılarak protein içeriği hesaplanmıştır (AACC, 2000).

Toplam yağ içeriği Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle (AACC metot 30-25) belirlenmiştir (AACC, 2000). Bu işlem için Gerhardt otomatik ekstraksiyon sistemi (Soxtherm, Almanya)

kullanılmıştır. Kül içeriği kül fırınında (Nüve MF106, Ankara) sabit ağırlığa gelinceye kadar 900±20°C'de yakılarak (AACC metot 08-01) belirlenmiştir (AACC, 2000). Toplam karbonhidrat içeriği ise hesaplama yoluyla elde edilmiştir.

### Nohut mayası sıvısı ve nohut mayalı glutensiz hamurda yapılan mikrobiyolojik analizler

Nohut mayası sıvısının pH'sı doğrudan pH-metre ile okunmuştur. Ekşi hamurun pH'sı ise, 10 g ekşi hamurun 90 ml distile su ile 1 dakika homojenize edilmesinden sonra ölçülmüştür. Mikrobiyolojik analizler nohut mayası sıvısında ve en iyi sonuç alınan (%30 nohut mayası) hamurda gerçekleştirilmiştir. Nohut mayası sıvısından doğrudan örnek alınmış ve steril fizyolojik su (%0,85 w/v NaCl) ile uygun dilüsyonlar hazırlanarak mikrobiyolojik sayımlarda kullanılmıştır. Nohut mayalı hamur (25 g) ise, 225 ml steril fizyolojik su içinde 1 dakika süreyle homojenize edilmiş, homojenattan uygun dilüsyonlar hazırlanarak mikrobiyolojik sayımlarda kullanılmıştır. Toplam maya ve küf sayımı Potato Dekstroz Agar (PDA) besiyerine, *Enterobacteriaceae* sayımı Violet Red Bile Dextrose (VRBD) Agar besiyerine, toplam aerob mezofil bakteri sayımı Plate Count Agar (Oxoid CM325) besiyerine, laktik asit bakterileri (LAB) sayımı ise MRS Agar besiyerine uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılarak gerçekleştirilmiştir (Çebi, 2009).

### Nohut mayalı glutensiz ekmek üretimi

Glutensiz ekmek üretiminde Yarpuz (2011) tarafından geliştirilen formülasyon modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu amaçla glutensiz ekmek formülasyonlarına glutensiz karışım miktarı esas alınarak ve su ile yer değiştirilerek %15, %30 ve %45 (v/w) oranlarında nohut mayası sıvısı ilave edilmiştir. Kontrol ekmeği üretimi yapılırken nohut mayası kullanılmamıştır. Buna ilişkin formülasyonlar ve bileşimi oluşturan unsurlar çizelge 1'de sunulmuştur. Hamur yoğurma işlemi Kenwood (KM023, İrlanda) marka yoğurucuda ön denemelerle belirlenen sürede (5 dakika) gerçekleştirilmiştir. Yoğrulan akışkan hamur

doğrudan pişirme tavalara aktararak %80 nemle doyurulmuş kabinde fermantasyona (30°C, 55 dakika) bırakılmıştır. Fermantasyonu tamamlanan hamurlar 200°C'de 20 dakika

süreyle pişirilmiş, 1 saat oda sıcaklığında soğutulduktan sonra uygun ambalajlarda saklanmış ve analiz edilmiştir.

Çizelge 1. Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan formülasyon

Table 1. Formulation used in gluten-free bread production

Bileşen Component	Birim Unit	Kontrol ekmeği Control bread	Nohut mayası (NM) katkılı ekmek <sup>1</sup> Chickpea yeast (CY) containing bread		
			%15	%30	%45
Karışım (pirinç unu+mısır nişastası, 1:1) <sup>2</sup> Mixture (rice flour+corn starch, 1:1)	g	100	100	100	100
Nohut mayası (NM) sıvısı Chickpea yeast (CY)	ml	-	15	30	45
Su Water	ml	105 (Optimum)	90 (105-15)	75 (105-30)	60 (105-45)
Yaş pres maya Compressed yeast	g	3	3	3	3
Tuz Salt	g	1.5	1.5	1.5	1.5
Şeker (sükroz) Sugar (sucrose)	g	6	6	6	6
Kabartma tozu Baking powder	g	2	2	2	2
Yağsız süt tozu Skimmed milk powder	g	5	5	5	5
Ayçiçek yağı Sunflower oil	ml	5	5	5	5
Gam karışımı (ksantan+guar, 1:1) Gum mixture (xanthan+guar, 1:1)	g	0.75	0.75	0.75	0.75
DATEM DATEM	g	0.5	0.5	0.5	0.5

<sup>1</sup>Karışım esasına göre. <sup>2</sup>%14 nem esasına göre.

#### Nohut mayalı glutensiz ekmekte kalite analizleri

Ekmek ağırlığı ve hacmi, ekmek fırından çıktıktan 1 saat sonra tartılarak ve kolza tohumuyla yer değiştirilerek ölçülmüştür. Pişme kaybı ise, başlangıç hamur ağırlığından ekmek ağırlığının çıkarılması yoluyla hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2002). Nem içeriği AACC metot 44-15A takip edilerek belirlenmiştir (AACC, 2000). pH ölçümü, üretilen ekmeklerden 10 g tartılıp 90 ml distile su ile 1 dakika homojenize edilmesini takiben yapılmıştır. Ekmek içi sertliği, tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems TA.TX2, İngiltere) kullanılarak 2., 24. ve 72. saatlerde AACC'nin 74-09 numaralı metodu takip edilerek belirlenmiştir. Ölçümlerde 25 mm kalınlığında kesilen ekmeklerin orta dilimleri seçilmiş ve 36 mm çapında prob vasıtasıyla %25'lik sıkıştırma oranı kullanılmıştır (AACC, 2000). Ekmek kabuğu

ve ekmek içi renginin ölçümü HunterLab (Color Flex, ABD) renk ölçüm sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Yılmaz, 2014). Duyusal değerlendirme, ekmekle ilgili duyu terimleri konusunda yarı eğitimli panelistler tarafından gerçekleştirilmiştir. Ekmekler; (a) şekil ve simetri, (b) gözenek yapısı ve homojenlik, (c) çiğneme ve tekstür (d) tat ve koku (lezzet) ve (e) genel beğeni gibi kriterler üzerinden değerlendirilmiştir (Elgün ve ark., 2002; Yılmaz, 2014).

#### Nohut mayalı glutensiz ekmekte toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite tayinleri

Ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteou yöntemi (Singleton ve ark., 1999) takip edilerek belirlenmiştir. Ekmek dilimleri önce dondurarak kurutulmuş ve Waring blenderde öğütülerek 375 µm gözenekli elekten geçirilmiştir.

Öğütülen ekmek örneği (1 g) santrifüj tüpüne tartılarak üzerine 10 ml asitlendirilmiş metanol çözeltisi (HCl/metanol/su, 1/80/10, v/v) eklenmiş, 2 saat süreyle 200 dev/dak hızda oda sıcaklığında çalkalanmış ve santrifüjlenerek (1000×g, 10 dakika) berrak ekstre elde edilmiştir. Daha sonra 250 µL 2N Folin-Ciocalteu fenol ayırıcı, 250 µL ekmek ekstresi ve 5.75 ml saf su santrifüj tüpüne koyularak karıştırılmış ve oda sıcaklığında 8 dakika süreyle bekletilmiştir. Son olarak 2.5 ml %7 (w/v) sulu sodyum karbonat çözeltisi ve 5 ml saf su ilave edilerek karıştırılmış ve oda sıcaklığında 2 saat daha bekletildikten sonra 750 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüş, gallik asit standart çözeltileri kullanılarak toplam fenolik madde içerikleri hesaplanmıştır. Ekmeklerin toplam antioksidan kapasiteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali engelleme gücü yöntemi takip edilerek (Beta ve ark., 2005) belirlenmiştir. Analizlerde toplam fenolik madde tayini için hazırlanan ekstreler kullanılmıştır. Ekmek ekstresinden 100 µl alınarak santrifüj tüpüne aktarılmış, üzerine 3.9 ml DPPH çözeltisi ( $6 \times 10^{-5}$  mol/l) eklenerek karıştırılmış, 30 dakika süreyle oda sıcaklığında karanlık bir ortamda bekletilmiş ve 515 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Asitlendirilmiş metanol çözeltisi kör, DPPH çözeltisi ise kontrol olarak kullanılarak örneğin toplam fenolik madde içeriği hesaplanmıştır.

#### İstatistiksel Değerlendirme

Glutensiz ekmek üretimi tam şansa bağlı deneme deseninde iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve üç tekrarlı ölçümler yapılmıştır. Veriler varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş, ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle karşılaştırılmıştır.

#### Araştırma Bulguları ve Tartışma

##### Nohut mayası katkılı glutensiz ekmek üretiminde kullanılan karışımın özellikleri

Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan karışımın bileşimi Çizelge 2'de verilmiştir. Glutensiz karışımın (%50 mısır nişastası + %50 pirinç unu) nem içeriği %12,3, protein içeriği %4,3,

yağ içeriği %0.30, kül içeriği %0.28 ve toplam karbonhidrat içeriği %82,1 olarak ölçülmüştür. Bu kompozisyon, karışımı oluşturan mısır nişastası ve pirinç ununun ortalamasını yansıtmakta olup, ticari glutensiz karışımlarla da benzerlik göstermektedir (Yılmaz, 2014). Glutensiz karışımın su tutma kapasitesi ön denemelerle belirlenmiş ve karışım esasına göre %105 su oranı ideal bulunmuştur.

Çizelge 2. Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan glutensiz karışımın özellikleri

Table 2. Properties of gluten-free mixture used in gluten-free bread production

Bileşen (%) <sup>1</sup> Component	İçerik (%) <sup>1</sup> Content
Nem (yaş bazlı) Moisture	12.3
Protein (Nx5.7) Protein	4.3
Yağ Crude oil	0.3
Kül Ash	0.28
Toplam karbonhidrat Total carbohydrate	82.1

<sup>1</sup>%14 nem esasına göredir.

##### Nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin özellikleri

Kontrol ve nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin nem içerikleri, pişme kayıpları ve hacimleri Çizelge 3'de verilmiştir. Glutensiz ekmeklerin nem içerikleri %46.8-49.2 arasında, pişme kayıpları ise %11.6-13.0 arasında değişim göstermiş, ancak farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Glutensiz ekmeklerin hacimleri ise 299.5-354.7 ml arasında değişmiş ve farklılıklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Glutensiz formülasyona %15 oranında nohut mayası ilavesi ekmek hacmini olumsuz etkilerken, %30 ve %45 oranlarındaki katkılar ekmek hacmini önemli düzeyde artırmıştır. Prensip olarak nohut mayasına benzeyen ekşi maya fermantasyonunda, LAB'ın metabolik aktivite yoluyla hamur reolojisi ve ekmek kalitesini olumlu etkileyen ekzopolisakkaritler ürettiği bildirilmiştir (Tieking ve Ganzle, 2005; Arendt ve ark, 2008). Ekmek hacminin artması ve bayatlamamanın gecikmesi de



sözü edilen iyileştirmeler arasında yer almaktadır. Nohut mayası kullanılarak yapılan bu çalışma, nohut mayasının glutensiz ekmek hacmini kısmen artırabileceğine işaret etmektedir.

Kontrol ve nohut mayalı glutensiz ekmeklerin renk özellikleri Çizelge 4’de sunulmuştur. Ekmeklerin kabuk ve iç renk parametrelerinin bazılarında istatistiksel farklılıklar tespit edilmiş, ekmek içi sarılık ( $b^*$ ) değeri hariç herhangi bir fark bulunmamıştır. Nohut mayası ilavesi, ilave oranına bağlı olarak, ekmek içinin sarılık değerini düşürmüştür. Nohut mayası katkılı glutensiz ekmekler için elde edilen renk değerleri, ticari glutensiz karışımlardan üretilen ekmeklerin renk değerleriyle (Yılmaz, 2014) benzerlik göstermektedir. Bu çalışmadan elde edilen veriler, nohut mayası kullanımının glutensiz ekmeğin renk özelliklerine etkisinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

Şekil 1’de kontrol ve farklı oranlarda nohut mayası içeren glutensiz ekmeklerin farklı depolama sürelerindeki ekmek içi sertlik değerleri, Şekil 2’de ise ekmek kesitleri görülmektedir. Nohut mayası katkısı taze (2. saat) ekmeklerin sertliğini kısmen yükseltmiştir. Ancak ilerleyen depolama periyodunda (24. ve 72. saatler) %15 ve %30 oranlarında nohut mayası ilavesi, ekmeklerin bayatlama hızlarında düşüş sağlamıştır. Normal ekmekte belirlenenin (Özkaya, 1992; Baykara, 2006) aksine, nohut mayasının glutensiz ekmekteki bayatlama geciktirici etkisi daha düşük kalmıştır. Pirinç nişastasının buğday nişastasına göre

retrogradasyona daha eğilimli olması (Yalçın, 2005) sebebiyle nohut mayasının etkisi sınırlı kalmış olabilir. Glutensiz ekmekler ağırlıklı olarak nişastalı karışımlardan meydana geldiğinden, depolama sırasında nişasta retrogradasyonuna bağlı bayatlamaları normal buğday ekmeklerine göre daha hızlı gerçekleşmektedir (Gallagher ve ark., 2004; Ahlborn ve ark., 2005; Moore ve ark., 2006;) Ekmekçilikte ekşi maya kullanımı hamurun işlenebilirliğini artırmakta, ekmeğin bayatlamasını ve küflenmesini geciktirmekte ve lezzet sağlayan bileşenlerin oluşumunu artırmaktadır (Moroni ve ark., 2009). Bu bağlamda, ekşi maya benzeri biyokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklere sahip olan nohut mayasının etkisi daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

Nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin şekil, gözenek yapısı, tekstür ve lezzet gibi duyuşal özellikleri Çizelge 5’de verilmiştir. Bu duyuşal özellikler istatistiksel olarak farklı bulunsa da ortalamalar birbirlerine oldukça yakındır. Nohut mayasının özellikle %30 oranında kullanılması glutensiz ekmeklerin tekstür, lezzet ve genel duyuşal kalitesini kısmen iyileştirmiştir. Nohut mayalı hamurlarda nohut mayasının karakteristik rahatsız edici putrefikasyon kokusu kolaylıkla algılanabilirken, ekmeklerde sözü edilen koku panelistler tarafından hissedilememiştir. Bu duyuşal veriler, nohut mayasının glutensiz ekmeğin duyuşal özelliklerine etkisinin beklenenden daha düşük olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin özellikleri

Table 3. Properties of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Ekmek <i>Bread</i>	Pişme kaybı (%) <i>Baking loss</i>	Nem içeriği (%) <i>Moisture content</i>	Ekmek hacmi (ml) <i>Loaf volume</i>
Kontrol <i>Control</i>	13.0 öd <sup>1</sup>	49.2 öd	316.3 b <sup>2</sup>
%15 NM <i>15% CY</i>	11.6	46.8	299.5 c
%30 NM <i>30% CY</i>	13.5	48.0	325.6 b
%45 NM <i>45% CY</i>	12.8	49.2	354.7 a

<sup>1</sup>öd: Önemli değil (P>0.05). <sup>2</sup>Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05).

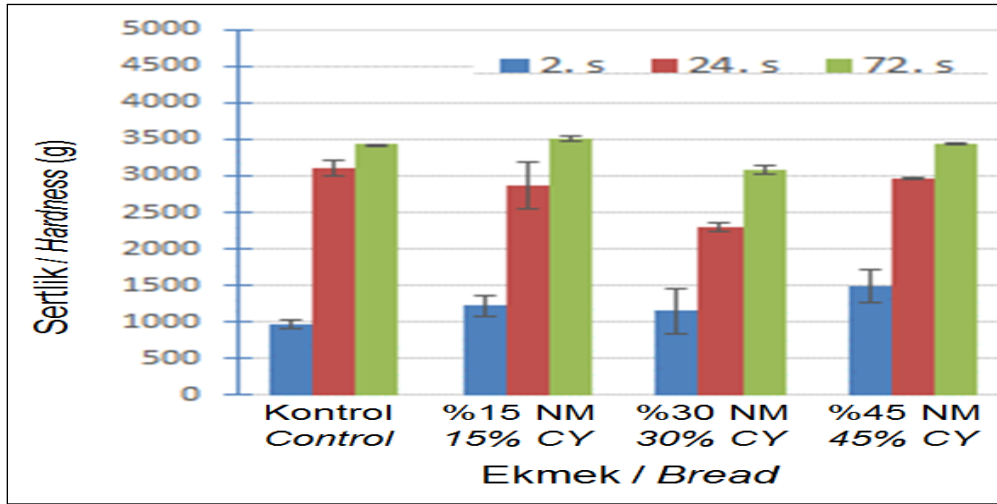
Yukarıda tartışılan nohut mayası katkılı glutensiz ekmek verileri bir bütün olarak değerlendirildiğinde, %30 oranında nohut mayası sıvısı katkısının glutensiz ekmeğin hacim, tekstür ve lezzetine sınırlı düzeyde katkı sağlayabileceği söylenebilir. Nohut mayası kullanılarak normal

ekmekler üzerinde daha önce yapılan çalışmalarda (Özkaya, 1992; Baykara, 2006; Sayaslan ve Şahin, 2018) ise, nohut mayasının ekmek hacmi, tekstürü ve lezzetini önemli ölçüde iyileştirdiği saptanmıştır.

Çizelge 4. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin renkleri  
Table 4. Color of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Ekmek Bread	Ekmek kabuk rengi Crust color			Ekmek iç rengi Crumb color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrol Control	36.8 a <sup>1</sup>	13.1 öd <sup>2</sup>	15.5 a	68.2 öd	-1.4 öd	17.3 a
%15 NM 15% CY	32.6 b	12.9	13.0 b	67.7	-0.8	16.1 b
%30 NM 30% CY	35.3 ab	13.5	14.9 a	68.9	-1.2	15.5 b
%45 NM 45% CY	37.6 a	13.0	15.2 a	68.1	0.1	14.4 c

<sup>1</sup>Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05). <sup>2</sup>öd: Önemli değil (P>0.05).

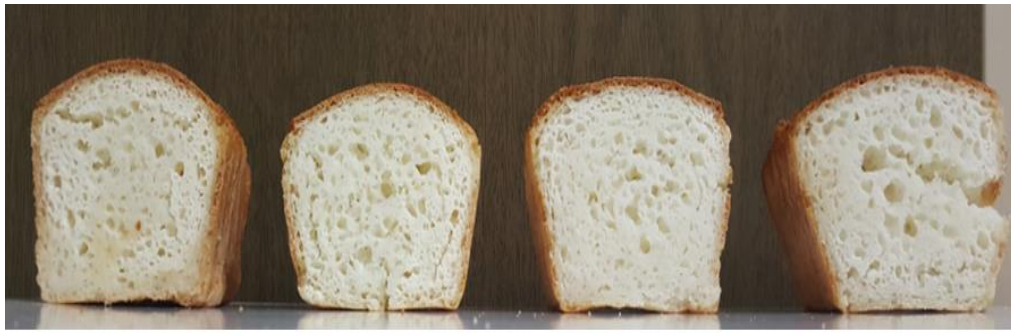


Şekil 1. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin bayatlama hızları  
Figure 1. Staling rates of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Çizelge 5. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin duyu özellikleri  
Table 5. Sensory properties of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Ekmek Bread	Şekil ve simetri (1-10) <sup>1</sup> Shape and symmetry	Gözenek yapısı ve homojenlik (1-10) Cell structure and homogeneity	Çiğneme ve tekstür 1-10 Chewing and texture	Tat ve koku (lezzet) (1-10) Taste and Odor (flavor)	Genel değerlendirme (1-10) Overall
Kontrol Control	6.6 a <sup>2</sup>	6.3 a	6.5 b	6.3 b	6.8 ab
%15 NM 15% CY	6.5 a	6.0 a	6.8 a	6.5 b	6.8 ab
%30 NM 30% CY	6.0 b	5.6 b	7.0 a	7.1 a	7.0 a
%45 NM 45% CY	5.2 c	6.2 b	6.4 b	6.5 b	6.5 b

<sup>1</sup>1'den 10'a kadar; 1=en kötü. 10=en iyi. <sup>2</sup>Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05).



Kontrol  
Control

%15 NM  
15% CY

%30 NM  
30% CY

%45 NM  
45% CY

Şekil 2. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin görünüşleri  
Figure 2. Pictures of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

### Nohut mayası katkılı glutensiz hamurların mikrobiyolojik özellikleri

Kontrol ekmek hamuru, nohut mayası sıvısı ve %30 nohut mayası katkılı ekmek hamurunda mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Glutensiz ekmeklerde nohut mayası ilavesi LAB, toplam aerob mezofil bakteriler ve toplam maya-küf sayılarını önemli düzeyde artırmıştır. Erginkaya ve ark. (2016)'nın yaptıkları çalışmada da nohut mayası ve hamurunda laktik asit bakterileri sayısının baskın olduğu, bunu aerob mezofil bakteri ve mayaların takip ettiği saptanmıştır.

Örneklerde *enterobacteriaceae* familyasına ait koloni gelişmemiştir. İyi bir fırın ürünü hamurunun 8-9 log kob g<sup>-1</sup> aktif LAB içermesi beklenmektedir (Hammes ve ark., 2005; Rehman ve ark, 2006; Özüğür ve Hayta, 2011). Bu çalışmadaki kontrol ve nohut mayalı glutensiz hamurların LAB içerikleri 7.84-8.40 log kob g<sup>-1</sup> olarak bulunmuş olup, bu değerler sözü edilen değerler arasında yer almaktadır. Nohut mayası katkılı hamurlarda özellikle probiyotik LAB sayısının artışı, ekmeğin besleyicilik ve sağlık kalitesine katkı anlamına gelmektedir.

Çizelge 6. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz hamurların mikrobiyolojik özellikleri  
Table 6. Microbiological properties of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Hamur veya Nohut mayası (NM)	Birim	Laktik asit bakterileri (LAB) sayısı	<i>Enterobacteriaceae</i> Familyası sayısı	Toplam aerob mezofil bakteriler sayısı	Toplam maya ve küf sayısı
Dough or Chickpea yeast (CY)	Unit	Lactic acid bacteria (LAB) count	<i>Enterobacteriaceae</i> Family count	Total aerobic mesophilic bacteria count	Total yeast and mold count
Kontrol hamuru Control dough	log kob/g	8.14 b <sup>1</sup>	- <sup>2</sup>	8.01 b	8.12 b
Nohut mayası (NM) Chickpea yeast (CY)	log kob/g	7.84 c	-	8.08 b	7.97 c
%30 NM katkılı hamur 30% CY containing dough	log kob/g	8.40 a	-	8.30 a	8.34 a

<sup>1</sup>Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05). <sup>2</sup>Belirlenemedi.

### Nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

Çizelge 7'de kontrol ve nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri verilmiştir.

Hem toplam fenolik madde hem de antioksidan kapasite bakımından önemli farklılıklar oluşmuş; genel olarak, nohut mayası ilavesi glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasitelerini artırmıştır. Bu sonuçlar, nohut mayası kullanımının ekmek duyusal

özelliklerinin yanında besleyicilik kalitesini de artırdığını göstermektedir. Xu ve ark. (2008) nohudun da içerisinde yer aldığı birkaç baklagil çeşidine uyguladıkları prosesler (su içerisinde bekletme, kaynatma, buhar verme gibi) sonucunda antioksidanların suya geçerek üründe azaldığını bulmuşlardır. Nohut mayası hazırlanırken nohut içerisinde yer alan fenolik maddeler nohut mayası sıvısına geçerek ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ile antioksidan kapasitelerinin artmasına sebep olmuştur. Nohut, flavonoller (kuersetin, kaemferol ve mirisetin), flavon glikozitler, oligomerik ve polimerik proantosiyanidinler ve nonflavonoidler (hidroksibenzoik, hidroksisinnamik asitler) gibi çok çeşitli polifenolik birleşikler içermektedir (Campos-Vega ve ark., 2010; Yalçın, 2014). Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç erişteleri üzerine yapılan bir çalışmada, erişte örneklerinin besinsel lif, antioksidan kapasite ve fenolik madde içeriklerinin en fazla nohut unu katkısıyla zenginleştiği tespit edilmiştir (Hosta, 2012).

Çizelge 7. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

Table 7. Total phenolic contents and antioxidant capacities of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Ekmek Bread	Toplam fenolik madde (mg/100g) <sup>1</sup> Total phenolic content	Antioksidan kapasite (DPPH radikali engelleme gücü) (%) <sup>1</sup> Antioxidant capacity
Kontrol Control	0.46 c <sup>2</sup>	27.1 b
%15 NM 15% CY	0.50 b	30.2 a
%30 NM 30% CY	0.64 a	29.9 a
%45 NM 45% CY	0.66 a	29.7 a

<sup>1</sup>Kuru madde esasına göredir. <sup>2</sup>Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05).

## Sonuçlar

Bu çalışmada lezzet ve tekstür bakımından zayıf olan glutensiz ekmek üretiminde nohut mayası kullanımının etkileri araştırılmıştır. Bu

amaçla glutensiz ekmek formülasyonlarına glutensiz karışım miktarı esas alınarak ve su ile yer değiştirilerek %15, %30 ve %45 oranlarında nohut mayası sıvısı ilave edilmiş ve nohut mayası katkılı ekmekler üretilmiştir. Çalışma sonucunda; nohut mayası sıvısının glutensiz ekmek formülasyonuna katılması, glutensiz ekmekte kısmen hacim artırıcı ve bayatlama geciktirici etki göstermiş, besleyicilik değerini artırmıştır. Nohut mayasının glutensiz ekmek lezzetine etkisi ise oldukça sınırlı düzeyde olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde, en iyi sonuç %30 nohut mayası katkısıyla elde edilmiştir. Nohut mayası katkısının glutensiz ekmeğe olumlu katkısının daha iyi anlaşılabilmesi için farklı fermantasyon süresi, ekmek yapma yöntemi ve değişik formülasyonlar kullanılarak daha detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

## Ekler

Bu çalışma, Nazlı Şahin'in "Nohut Mayasının Tam Un Ekmeği ve Glutensiz Ekmek Kalitesine Etkileri" başlıklı yüksek lisans tezinden alınmış olup, 15-17 Haziran 2017 tarihlerinde Nevşehir'de düzenlenen "International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF-2017)"de sözlü olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

## Kaynaklar

- AACC. (2000). AACC Approved methods (10th ed.). American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, MN.
- Acs, E., Kovacs, Z., & Matuz, J. (1996a). Bread from corn starch for dietetic purposes: I. Structure formation. *Cereal Research Communications*, 24, 441-449.
- Acs, E., Kovacs, Z., & Matuz, J. (1996b). Bread from corn starch for dietetic purposes: II. Formation of the visual and technological properties. *Cereal Research Communications*, 24, 451-459.
- Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendix, S.B., Hess, W.M., & Huber, C.S. (2005). Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. *Cereal Chemistry*, 82, 328-335.
- Anton, A.A., & Artfield, S.D. (2007). Hydrocolloids in gluten-free breads: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59, 11-23.
- Arendt, E.K., Morrissey, A., Moore, M.M., & Dal Bello, F. (2008). *Gluten-free breads. In: gluten-free cereal products and beverages* (Eds. Arendt E.K., Dal Bello, F.). London: Academic Press.
- Arendt, E.K., Schober, T.J., Gallagher, E., & Gormley, T.R.

- (2002). Development of gluten-free cereal products. *Pharmaceutical Foods*, 12, 21-27.
- Baykara, P. (2006). *Geleneksel nohut mayasının endüstriyel beyaz buğday unu ekmeği üretiminde kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., & Sapirstein, H.D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82, 390-393.
- Campos-Vega, R., Loarca-Pina, G., & Dave Oomah. B. (2010). Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Research International*, 43, 461-482.
- Çebi, K. (2009). *Nohut mayası ve hamurundan laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve identifikasyonu* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Çebi, K. (2014). *Nohut mayası/hamurundan izole edilen laktik asit bakteri suşlarının ekmeğin uçucu profili ve diğer bazı kalite parametreleri üzerine etkileri* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., & Kotancılar, G. (2002). *Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Erginkaya, Z., Turhan, E. Ü., & Özer, E. A. (2016). Nohut Mayalı Ekmek Üretimi ve Hakim Mikroflora. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 89-99.
- Gallagher, E., Gormley, T.R., & Arendt E.K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 143-152.
- Greco, L., Gobetti, M., Auricchio, R., Di Mase, R., Landolfo, F., Paparo, F., Di Cagno, R., De Angelis, M., Rizzello, C.G., Cassone, A., Terrone, G., Timpone, L., D'Aniello, M., Maglio, M., Troncone, R., & Auricchio, S. (2011). Safety for patients with celiac disease of baked goods made of wheat flour hydrolyzed during food processing. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 9, 24-29.
- Hammes, P.P., Brandt, M.J., Francis, K.L., Rosenheim, J., Seitter, M.F.H., & Vogelmann, A. (2005). Microbial ecology of cereal fermentations. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 4-11.
- Hancıoğlu-Sıkılı, Ö. (2003). *Nohut mayasının mikrobiyolojik ve lezzet karakteristiklerinin araştırılması* (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Hatzikamari, M., Kyriakidis, N., Tzanetakis, N., Biliaderis, C.G., & Tzanetaki, E.L. (2007a). Biochemical changes during a submerged chickpea fermentation used as a leaving agent for bread production. *European Food Research and Technology*, 224, 715-723.
- Hatzikamari, M., Yiangou, M., Tzanetakis, N., & Litopoulou-Tzanetaki, E. (2007b). Changes in numbers and kinds of bacteria during a chickpea submerged fermentation used as an agent for bread production. *International Journal of Food Microbiology*, 116, 37-43.
- Hoseney, R.C. (1994). Principles of Cereal Science and Technology (2nd Ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Hosta, H.G. (2012). *Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç eriştelilerinin kalite ve bazı besinsel özelliklerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- İşleroğlu, H., Dirim, S.N., & Ertekin, F.K. (2009). Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda*, 34, 29-36.
- Katsabokakis, K., & Mallidis, K. (1996). The microflora of soak water during natural fermentation of coarsely ground chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. *Letters in Applied Microbiology*, 23, 261-265.
- Moore, M.M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H.M., & Arendt, E.K. (2006). Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Cereal Chemistry*, 83, 28-36.
- Moroni, A.V., Dal Bello, F., & Arendt, E.K. (2009). Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue. *Food Microbiology*, 26, 676-684.
- Narlıoğlu, G. (2013). *Geleneksel nohut mayasının ve üretiminde kullanıldığı poğaçaların bazı özelliklerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Özkaya, B. (1992). *Starter kültür olarak paket mayası eksi hamur mayası ve nohut mayasının hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin kalitesine etkileri* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Türkiye.
- Özüğür, G., & Hayta, M. (2011). Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. *Gıda*, 36, 287-294.
- Rehman, S., Paterson, A., & Piggott, J. R. (2006). Flavour in sourdough breads: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 557-566.
- Sayaslan, A., & Şahin, N. (2018). Effects of fermented-chickpea liquor (chickpea yeast) on whole-grain wheat flour bread properties. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 10(2), 183-192.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Tangüler, H. (2014). Traditional Turkish fermented cereal based products: Tarhana, boza and chickpea bread. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 2, 144-149.
- Thompson, T. (2000). Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 100, 1389-1396.
- Tieking, M., Ganzle, M.G. (2005). Exopolysaccharide from cereal-associated lactobacilli. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 79-84.
- Xu, B.J., Sam, K.C., & Chang, S.K.C. (2008). Effect of soaking, boiling, and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes. *Food Chemistry*, 110, 1-13.
- Yalçın, B.E. (2014). *Investigating phenolic content, antioxidant activity and bioavailability of raw/steam*

- cooked buckwheat, black chickpea and brown lentil* (Unpublished master's thesis). İstanbul Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, İstanbul, Turkey.
- Yalçın, S. (2005). *Glutensiz erişte üzerine bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Yarpuz, D. (2011). *Glutensiz ekmek üretimi üzerine araştırmalar* (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Yılmaz, Y. (2014). *Piyasaya sunulan glutensiz ekmek yapımına uygun karışımların kalite ve bileşenler yönünden değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.



# Susam ve yer fıstığı ile zenginleştirilmiş pekmez karışımlarının fizikokimyasal, duyuusal ve biyoaktif özellikleri

Physicochemical, sensory and bioactive properties of pekmez mixtures fortified with sesame and peanut

Başak KAYA<sup>1</sup>, Funda SÖKMEN<sup>1</sup>, Sema SARIDANIŞMET<sup>1</sup>, Hamza ALAŞALVAR<sup>2\*</sup>, Mustafa ÇAM<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Lisans Bölümü

<sup>2</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Merkez Yerleşke, Niğde

<sup>3</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Melikgazi, Kayseri

## To cite this article:

Kaya, B., Sökmen, F., Sarıdanışmet, S., Alaşalvar, H. & Çam, M. (2018). Susam ve yer fıstığı ile zenginleştirilmiş pekmez karışımlarının fizikokimyasal, duyuusal ve biyoaktif özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 525-532. DOI: 10.29050/harranziraat.376304

**Address for Correspondence:**  
Hamza ALAŞALVAR  
**e-mail:**  
hamza.alasalvar@ohu.edu.tr

**Received Date:**

08.01.2018

**Accepted Date:**

12.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

## ÖZ

Geleneksel bir gıda olan pekmezin birçok çeşidi bulunmaktadır. Meyve sularının içerdiği suyun açık kazanlarda veya vakumlu kazanlarda buharlaştırılması ile pekmez üretimi gerçekleştirilmektedir. Pekmez, görünüş ve kıvam özelliklerine bağlı olarak sıvı ve katı pekmez olarak sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, pekmez karışımlarının üretilmesi amacıyla susam ve yer fıstığı gibi besin değeri yüksek gıdalar kullanılmıştır. Pekmez karışımları için uygun formülasyonların belirlenmesinde duyuusal analiz yöntemi uygulanmıştır. Üzüm ve keçiyoynuzu pekmez karışımlarının sırasıyla yağ içerikleri %24.88 ve 22.62, protein içerikleri ise %14.75 ve 15.49 olarak bulunmuştur. Ayrıca toplam fenolik madde miktarı üzüm pekmezi karışımı için 118.97 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, keçiyoynuzu pekmezi karışımı için ise 333.84 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Keçiyoynuzu pekmez karışımının antioksidan aktivitesinin, üzüm pekmezi karışımından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

**Anahtar Kelimeler:** Pekmez, Yer fıstığı, Susam, Zenginleştirme

## ABSTRACT

There are many kinds of pekmez, which is a traditional food. Pekmez is produced by evaporating water contained in fruit juices in open or vacuum boilers. Pekmez varies as liquid and solid pekmez depending on appearance and consistency properties. In this study, nutrient-high foodstuffs such as sesame and peanut were used to produce pekmez mixtures. The sensory analysis method was applied in determining the appropriate formulations for the pekmez mixtures. The fat contents of grape and carob pekmez mixtures were found to be 24.88% and 22.62%, and the protein contents were 14.75% and 15.49%, respectively. The total amount of phenolic substance was determined as 118.97 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> for grape pekmez mixture and 333.84 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> for carob pekmez mixture. The carob pekmez mixture was found have higher antioxidant activity than the grape pekmez mixture (P<0.05).

**Key Words:** Pekmez, Peanut, Sesame, Fortification

## Giriş

Pekmez, kısa bir üretim prosesi gerektiren ve dışarıdan herhangi bir katkı ilavesi olmaksızın üretilen geleneksel konsantre bir gıdadır (Alpaslan

ve Hayta, 2002). Pekmez üretiminde, şeker içeriği yüksek olan bütün meyveleri kullanabilmek mümkün olduğu halde üzüm ve dut meyvelerinden elde edilen pekmezlerin tüketimi yaygındır (Sengül ve ark., 2005; Kaya ve ark.,

2011). Pekmez içeriğinde sindirim sisteminde kolayca emilebilen früktoz ve glikoz gibi monosakkaritlerin yüksek miktarda bulunması, pekmezin besinsel değerini artırmaktadır (Celik ve Bakirci, 2003; Batu, 2005). Ayrıca içeriğindeki fenolik bileşikler, flavonoidler, mineraller ve organik asitler pekmeze insan sağlığını koruyucu ve artırıcı özellikler sağlamaktadır (Karababa ve ark., 2005; Bozkurt ve ark., 1999). Yüksek demir minerali içeriğinden dolayı kansızlığın tedavisinde takviye olarak önerilmektedir (Öztürk ve ark., 1999; Türkmen ve ark., 2016).

Pekmez üretiminde açıkta veya vakum altında koyulaştırma olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır. Vakum altında koyulaştırma 5-Hidroksi metil furfural (HMF) oluşumunu azaltmanın yanı sıra toplam şeker miktarının, organik asitlerin ve fenolik maddelerin kaybının az olması bakımından geleneksel yöntemden daha üstün bir yöntem olarak ifade edilmiştir (Kuşçu ve Bulantekin, 2016). Bu sebeple endüstriyel pekmez üretiminde vakum altında koyulaştırma yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

Pekmez kıvam özellikleri bakımından sıvı ve katı pekmez; duyuşal özellikleri bakımından ise tatlı ve ekşi pekmez olarak sınıflandırılmaktadır. Sıvı tatlı pekmez; meyvenin ezilmesi (şıra), asitliğinin giderilmesi, elde edilen şıranın kaynatılarak konsantre edilmesi ve soğutulması yoluyla üretilmektedir. Sıvı pekmez üretiminde asitlik giderme işlemi uygulanmazsa ekşi sıvı pekmez elde edilmektedir. Katı pekmez üretimi ise sıvı pekmeze pektin, karboksimetil selüloz, yumurta akı veya çöven otu gibi ağartıcı ve kıvam verici ajanlar ilave edilerek ve karıştırma işlemi uygulanarak gerçekleştirilmektedir (Karababa ve Develi Işıklı, 2005; Kuşçu ve Bulantekin, 2016).

Pekmez ve tahin karıştırıldığında duyuşal olarak daha üstün bir lezzet elde edilmekte ve tüketiciler tarafından genellikle bu şekilde tüketilmektedir. Bu karışımın tüketimine olan ilgiden dolayı bu konu ile ilgili çalışmalar yapılmış ve karışımların farklı özellikleri incelenmiştir. Karışımların incelenen özellikleri arasında duyuşal ve reolojik özellikler ön plana çıkmaktadır (Alpaslan ve Hayta, 2002; Karaman ve ark., 2017).

Katı pekmez, sıvı pekmeze göre daha yumuşak bir yapı göstermesi ve daha açık bir renge sahip olması bakımından duyuşal ve görsel olarak farklı özelliklere sahiptir. Pekmez/tahin karışımında daha açık bir renk gözlenmekte ve duyuşal olarak daha beğenilir bir ürün olarak değerlendirilmektedir. Katı pekmezi sıvı pekmezden ayıran en önemli özellik pekmez içerisine havanın nüfuz etmesini sağlayan karıştırma işleminin uygulanmasıdır (Tosun ve Ustun, 2003; Batu, 2005). Pekmez/tahin karışımının hazırlanmasında karıştırma işleminin uygulanması karışıma havanın nüfuz etmesini ve rengin açılmasını sağlamaktadır.

Katı pekmez ve pekmez/tahin karışımı sürülebilir özellikte olması bakımından günlük tüketimde özellikle kahvaltılarda tercih edilmektedir. Bu çalışma besin değeri yüksek olan pekmez karışımlarının üretilmesi, pekmezin düşük olan protein ve yağ içeriğinin susam ve yer fıstığı ilavesi ile zenginleştirilmesi, üzüm ve keçiyoynuzu pekmezlerinin duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi ve yeni bir pekmez çeşidinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## **Materyal ve Metot**

### *Materyal*

Bu çalışmada yerel marketten alınan pekmezler (üzüm ve keçiyoynuzu pekmezleri, Koska) kullanılmıştır. Susam (çiğ ve kavrulmuş) ve yer fıstığı (çiğ ve kavrulmuş) Kayseri’de bulunan yerel marketlerden temin edilmiştir. Sıvı pekmezler herhangi bir ön işlem uygulanmamıştır. Hem çiğ hem de kavrulmuş yer fıstığı ve susam örnekleri blenderda öğütüldükten sonra pekmezler ilave edilmiştir. Çalışmada kullanılan solvent ve reaktifler Merck veya Sigma firmalarından temin edilmiştir.

### *Metot*

#### *Sürülebilir katı pekmez için uygun formülasyonun belirlenmesi*

Sürülebilir katı pekmez üretimi için uygun formülasyonu belirlemek amacıyla 18-45 yaşları arasında üniversite öğrencileri ve



personellerinden oluşan 80 kişilik bir panelist grup ile duyuşal değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Pekmez karışımlarının duyuşal özelliklerinin belirlenmesinde hedonik skala duyuşal test formu kullanılmıştır. Pekmez karışımları hiç beğenmedim, az beğendim ne beğendim ne beğenmedim, biraz beğendim, çok beğendim tanımlayıcılarına göre değerlendirilmiştir. İki farklı pekmezden elde edilen karışımlardan duyuşal değerlendirme sonucunda ne beğendim ne beğenmedim, biraz beğendim, çok beğendim ifadelerini tercih eden panelist sayısı (PS) en yüksek olan birer karışım kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

#### Renk tayini

Pekmez karışımların renk değerleri Konica Minolta (CR-A-103) renk tayin cihazı kullanılarak CIE L\* (parlaklık [0=siyah, 100=beyaz]), a\* (-a\*=yeşillik, +a\*=kırmızılık) ve b\* (-b\*=mavilik, +b\*=sarılık) değerleri ölçülerek gerçekleştirilmiştir (Batu, 2005).

#### Su aktivitesi tayini

Pekmezlerden elde edilen karışımların su aktivitesi (a<sub>w</sub>) değerleri AquaLab Series 3 cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

#### Kuru madde tayini

Kuru madde miktarının belirlenmesi amacıyla sabit tartıma getirilen petri kapları içerisine karışımlardan 5 g alınarak 70 C sıcaklıkta 24 saat etüvde bekletilmiştir (Cemeroğlu, 2010). Hesaplamalar aşağıda belirtilen eşitliğe (1) göre yapılmıştır.

$$\%Kuru\ madde = \left( \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \right) * 100 \quad (1)$$

m<sub>1</sub>: Sabit tartıma getirilmiş petri kabının ağırlığı (g)  
m<sub>2</sub>: Kurutma öncesinde petri kabı ve pekmez örneğinin ağırlığı (g)  
m<sub>3</sub>: Kurutma sonrasında petri kabı ve pekmez örneğinin ağırlığı (g)

#### Kül tayini

Kül miktarının belirlenmesi literatürde yer alan

bir yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Cemeroğlu, 2010). Sonuçların hesaplanmasında 2 numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$\%Kl = \left( \frac{M_2 - M_1}{M} \right) * 100 \quad (2)$$

M<sub>2</sub>: Klleştirme işlemi sonrası kroze ve kül ağırlığı (g)

M<sub>1</sub>: Sabit tartıma getirilen krozenin darası (g)

M: Pekmez rneği ağırlığı (g)

#### Yağ tayini

Pekmez karışımlarında yer alan yağ miktarlarının belirlenmesi amacıyla Soxhlet yöntemi kullanılmıştır (Cemeroğlu, 2010). Sonuçlar 100 g pekmezde yer alan yağ miktarı olarak ifade edilmiştir.

#### Protein tayini

Protein miktarı, Kjeldahl yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010) ve sonuçlar 100 g pekmezde yer alan protein miktarı olarak ifade edilmiştir.

#### Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi Folin & Ciocalteu reaktifi kullanılarak (Singleton ve ark., 1999) ve literatürde belirtilen belirli modifikasyonlar uygulanarak gerçekleştirilmiştir (am ve ark., 2009). Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu, pekmez karışımlarından 10 g alınıp metanol/su (50/50) (v/v) karışımı kullanılarak çalkalamalı su banyosunda 40 C sıcaklıkta 1 saatte gerçekleştirilmiştir. Örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede (UV-1800, Shimadzu, Japonya) 765 nm dalga boyunda okunmuştur. Sonuçlar 100 g pekmez için mg gallik asit eşitdeğeri (mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) olarak ifade edilmiştir.

#### Antioksidan kapasitenin belirlenmesi

Pekmez karışımlarının antioksidan kapasitesi 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radikali kullanılarak belirlenmiştir (Brand-Williams ve ark., 1995; am ve ark., 2009). Örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede (UV-1800,

Shimadzu, Japonya) 515 nm dalga boyunda okunmuştur. Sonuçlar 1 g DPPH radikalini %50'sini indirgemek için gerekli konsantrasyon (EC<sub>50</sub>) cinsinden ifade edilmiştir.

#### Şeker tayini

Şeker tayininde Lane-Eynon yöntemi kullanılmıştır (Cemeroğlu, 2010; AOAC, 1990). İvert şeker çözeltisi hazırlamak için 9.5 g sakkaroz tartılıp bir miktar damıtık suda çözülmüş ve üzerine 5 mL HCl (d= 1.18) eklenip hacim 100 mL'ye tamamlanmıştır. Balon oda sıcaklığında 3 gün karanlıkta bekletilmiştir. Üç gün sonunda 10 mL örnek alınıp suyla homojenize edilerek ekstrakte edilmiş ve hacim 100 mL olacak şekilde ayarlanmıştır. Hazırlanan çözeltilerden 50 mL alınarak üzerine 5 mL HCl eklenmiş, su banyosunda 70 °C'de 5 dakika bekletilip soğutulduktan sonra %20'lik (w/v) NaOH ile nötrlenmiş, saf su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Bürete, hazırlanmış olan çözelti konulmuştur. 10 mL Fehling A ve 10 mL Fehling B erlene alınarak ısıtılmıştır. Kaynamaya başlayınca 2-3 damla metilen mavisi damlatılmış ve büretteki çözelti ile titre edilmiştir. Sonuçlar toplam şeker miktarı olarak ifade edilmiştir.

#### İstatistiksel analiz

SPSS (Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak gruplar arasındaki farklar bağımsız iki örneklem t testi ile istatistiksel olarak %95 güven aralığında değerlendirilmiştir.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

### Duyusal analiz

Karışım oranlarının belirlenmesinde bir susam ürünü olan tahine farklı oranlarda (%2-4-6) pekmez ilave edilerek gerçekleştirilen çalışmada pekmez oranı arttıkça duyusal olarak daha fazla kabul gören bir ürün elde edildiği ve pekmez tahin karışımının kabul edilebilirlik oranının %40-60 olarak belirtildiği çalışma sonuçları dikkate alınarak formülasyonlar hazırlanmıştır (Alpaslan ve Hayta, 2002; Arslan ve ark., 2005).

Hazırlanan formülasyonlarda susam ve yer fıstığının çiğ ve kavrulmuş olmasının ürün özelliklerine etkisi incelenmiştir. Hem susamın hem de yer fıstığının çiğ olarak katıldığı formülasyonlarda beğeni düzeyi oldukça düşük olarak belirlenmiştir. Susam ve yer fıstığının kavrulmuş formları ile oluşturulan formülasyonlarda beğeni düzeyi belli oranda artmıştır. Ancak en beğenilen formülasyonlar hem üzüm pekmezi hem de keçiyoynuzu pekmezi çiğ susam ve kavrulmuş yer fıstığı ilave edilen karışımlar olmuştur (Çizelge 1). Diğer analiz işlemlerinde duyusal analiz sonucunda en çok beğenilen formülasyonlar olan üzüm pekmezi karışımı 2 (ÜPK2) ve keçiyoynuzu pekmezi karışımı 2 (KPK2) kullanılmıştır.

Çizelge 1. Pekmez formülasyonları ve duyusal analiz sonuçları  
Table 1. Pekmez formulations and results of sensory analysis

Karışımlar Mixtures	Sürülebilir pekmez karışımları Spreadable pekmez mixtures						Duyusal analiz Sensory analysis
	Pekmez (g) Molasses(g)		Susam (g) Sesame (g)		Yer fıstığı (g) Peanut (g)		Panelist Sayısı (PS)* Number of panellists (NOP)
	Üzüm Grape	Keçiyoynuzu Carob	Çiğ Raw	Kavrulmuş Roasted	Çiğ Raw	Kavrulmuş Roasted	
ÜPK1	300	-	200	-	200	-	38
ÜPK2	300	-	200	-	-	200	80
ÜPK3	300	-	-	200	200	-	34
ÜPK4	300	-	-	200	-	200	49
KPK1	-	300	200	-	200	-	48
KPK2	-	300	200	-	-	200	70
KPK3	-	300	-	200	200	-	69
KPK4	-	300	-	200	-	200	60

\* Ne beğendim ne beğenmedim, biraz beğendim, çok beğendim ifadelerini tercih eden panelist sayısını ifade etmektedir.

**Fizikokimyasal özellikler**

Üzüm ve keçiyoynuzu pekmezlerine çiğ susam ve kavrulmuş yer fıstığı ilave edilerek oluşturulan karışımlar yüksek kuru madde ve düşük su aktivitesi özellikleri göstermişlerdir (Çizelge 2). ÜPK2 ve KPK2 formülasyonlarının kuru madde miktarları sırasıyla %89.16 ve 88.78 olarak belirlenmiştir. Farklı meyvelerden üretilen pekmezlerde kuru madde miktarları; dut pekmezinde %74.33 (Aksu ve Nas, 1996), andız pekmezinde %76.57 (Turhan ve ark., 2007a), keçiyoynuzu pekmezinde %72.14 (Turhan ve ark., 2007b), tatlı sorgum pekmezinde %78.18 (Akbulut ve Çoklar, 2007) ve katı üzüm pekmezinde %77.12 (Batu, 2011) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada pekmez karışımlarının hazırlanması amacıyla susam ve yer fıstığının kullanılmış olması beklendiği üzere yalnızca meyveden elde edilen pekmezlerle kıyasla karışımların kuru madde miktarının yüksek olmasını sağlamıştır.

Çizelge 2. Pekmez karışımlarının fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri

Table 2. Physicochemical and bioactive properties of pekmez mixtures

Karışım Mixture	ÜPK2	KPK2
Toplam kuru madde (%) Total dry matter (%)	89.16±0.18 <sup>a</sup>	88.78±0.19 <sup>a</sup>
Kül miktarı (%) Ash (%)	2.10±0.02 <sup>a</sup>	2.56±0.02 <sup>b</sup>
Su aktivitesi Water activity	0.27±0.00 <sup>a</sup>	0.24±0.02 <sup>a</sup>
Yağ (%) Oil (%)	24.88±0.83 <sup>a</sup>	22.62±3.45 <sup>a</sup>
Protein (%) Protein (%)	14.75±0.71 <sup>a</sup>	15.49±1.26 <sup>a</sup>
Toplam şeker (%) Total sugar (%)	29.16±0.96 <sup>a</sup>	28.31±1.51 <sup>a</sup>
Toplam fenolik madde miktarı** Total phenolic content	118.97±6.16 <sup>a</sup>	333.84±1.99 <sup>b</sup>
EC <sub>50</sub> **	411.19±7.01 <sup>b</sup>	25.82±4.84 <sup>a</sup>
L*	35.08±0.01 <sup>b</sup>	30.99±0.02 <sup>a</sup>
a*	11.69±0.01 <sup>a</sup>	12.49±0.01 <sup>b</sup>
b*	24.56±0.05 <sup>b</sup>	22.13±0.01 <sup>a</sup>

Aynı satır içerisinde yer alan <sup>a</sup> iki grup arasında istatistiksel olarak fark olmadığını, <sup>a-b</sup> iki grup arasında istatistiksel olarak fark olduğunu ifade etmektedir (P < 0.05).

\*\*EC<sub>50</sub> değeri g pekmez/ g DPPH olarak ifade edilmiştir, toplam fenolik madde miktarı mg GAE 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir.

Pekmez karışımlarının (ÜPK2 ve KPK2) kül miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Karışımda çiğ susam ve kavrulmuş yer fıstığı oranlarının sabit olduğu düşünüldüğünde KPK2'nin kül miktarının yüksek olmasının keçiyoynuzu meyvesinin kül miktarının yüksek oluşunun etkili olduğu düşünülmektedir (Turhan ve ark., 2007b). Benzer şekilde, yoğurt örneklerine farklı miktarlarda keçiyoynuzu pekmezi ilave edildiğinde eklenen miktara bağlı olarak örneklerin kül miktarının arttığı gözlenmiştir (Çelik ve ark., 2018). Karaman ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada ise %50 pekmez-%50 tahin, %25 pekmez-%75 tahin ve %75 pekmez-%25 tahin içeren karışımların kül miktarları sırasıyla %2.321, %2.874 ve %1.824 olarak belirlenmiştir. Bir susam ürünü olan tahinin miktarı arttıkça kül miktarının da paralel olarak arttığı gözlenmiştir. Elde edilen karışımların kül miktarının yüksek olması karışımların besin değeri açısından oldukça önemlidir (Sengül ve ark., 2007).

Bu çalışmada ÜPK2 ve KPK2 karışımlarının L\* değerleri sırasıyla 35.08 ve 30.99 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu sonuçlara göre ağartıcı ajanlar kullanılarak üretilen katı pekmeze göre koyu, sadece meyve suyunun koyulaştırılması ile elde edilen sıvı pekmeze kıyasla ise parlak karışımlar elde edilmiştir. Sıvı pekmezden katı pekmez üretiminde ağartıcıların kullanılması ve uygulanan karıştırma işlemi nedeniyle pekmez parlaklığının arttığı bildirilmiştir (Batu, 2005). Ayrıca, üretimin ilk aşamalarında katı pekmezin yüksek olan parlaklığı depolama süresiyle ilişkili olarak zamanla koyulaşma eğilimi gösterdiği halde sıvı pekmezlerin parlaklığı zamanla artmış yani beyazlaşma eğilimi göstermiştir (Tosun ve Ustun, 2003; Batu ve ark., 2007).

Her iki pekmez karışımı için de sarılığı ifade eden b\* değerinin kırmızılığı ifade eden a\* değerinden yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Karışımlara eklenen susam ve yer fıstığıyla ilişkili olarak keçiyoynuzu ve üzüm pekmezlerine kıyasla yüksek a\* ve b\* değerleri saptanmıştır (Simsek ve Artık, 2002; Turhan ve ark., 2007b).

### *Yağ, protein ve şeker miktarları*

ÜPK2 ve KPK2 karışımlarında yağ miktarları sırasıyla %24.88 ve 22.62 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Tatlı sorgum pekmezinde yağ miktarı %0.91 ve taflan pekmezinde %0.14 olarak bildirilmiştir (Alasalvar ve ark., 2005; Akbulut ve Çoklar, 2007). Bu çalışmada üretilen pekmez karışımlarının yağ içerikleri literatürde tatlı sorgum ve taflan pekmezleri için yer alan verilerden oldukça yüksek olarak belirlenmiştir.

Pekmez karışımlarının protein içerikleri de üzüm, taflan, keçiyoynuzu, andız ve tatlı sorgum pekmezlerinden daha yüksek bulunmuştur (Alasalvar ve ark., 2005; Akbulut ve Çoklar, 2007; Turhan ve ark., 2007a, 2007b; Batu, 2011). Literatür verilerine göre farklı pekmez örneklerinde düşük olan yağ ve protein miktarlarının susam ve yer fıstığı ile arttırılmış olması karışımların besin değerini arttırmıştır. Susam ve yer fıstığının yağ ve protein içeriği bakımından zengin kaynaklar olması bu durumda etkili olmuştur (El Tinay ve ark., 1976; Jiang ve ark., 2010). Ancak iki pekmez karışımının üretiminde aynı oranlarda susam ve yer fıstığı eklendiğinden dolayı protein ve yağ miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir ( $P>0.05$ ).

### *Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite*

ÜPK2 ve KPK2 karışımlarının toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 118.97 ve 333.84 mg GAE  $100\text{ g}^{-1}$  olarak belirlenmiş ve sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Dönmez (2015) tarafından yapılan çalışmada keçiyoynuzu pekmezinin toplam fenolik madde miktarının üzüm pekmezinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Metanol ile elde edilen pekmez ekstraktlarının fenolik madde miktarı bu çalışma sonuçlarından daha yüksek olduğu halde etanol ile elde edilen ekstraktların fenolik madde içerikleri bu çalışma sonuçları ile paralellik göstermiştir. %30 üzüm pekmezi-%70 tahin, %50 üzüm pekmezi-%50 tahin ve %70 üzüm pekmezi-%30 tahin içeren

karışımların toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 32.79, 54.19 ve 66.79 mg GAE  $100\text{ g}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Çelik, 2014). Bu sonuçlar karışım içeriğinde kullanılan pekmez oranının artması ve tahin miktarının azalması ile fenolik madde içeriğinin arttığını göstermektedir. Ancak, susam ve yer fıstığı gibi fenolik maddelerce zengin karışım ajanlarının bu çalışmada kullanılması fenolik madde içeriğinde artışa sebep olmuştur (Shahidi ve ark., 1997; Ballard ve ark., 2010). Üzüm meyvesi fenolik madde içeriği bakımından zengin olmasına rağmen üzümünden pekmez gibi konsantre ürünler üretiminde uygulanan işlemlere bağlı olarak fenolik madde miktarının azalabileceği bildirilmiştir (Capanoglu ve ark., 2013).

Fenolik madde miktarı ile ilişkili olarak en düşük  $EC_{50}$  değeri keçiyoynuzu pekmezi karışımında gözlemlenmiştir. Başka bir ifadeyle keçiyoynuzu pekmezi daha yüksek antioksidan kapasite göstermiştir. Antioksidan kapasitenin pekmez üretiminde kullanılan meyvenin hasat (olgunluk) dönemine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada pekmezden fenolik maddelerin ekstraksiyonu amacıyla kullanılan çözücünün de etkili olabileceği rapor edilmiştir. Metanol ve etanol ile alınan ekstraktlar karşılaştırılmış ve metanol kullanılan ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarı etanol kullanılan ekstraktlarda ise antioksidan aktivite yüksek bulunmuştur (Dönmez, 2015).

### **Sonuçlar**

Bu çalışmada, karbonhidrat içeriğince zengin olan pekmezlerin protein, yağ gibi besin öğelerince zenginleştirilmesi ile duyuşal olarak kabul gören yeni bir pekmez çeşidi geliştirilmiştir. Üretim aşamasında karıştırma işlemi uygulanarak katı pekmez özelliği gösteren açık renkli karışımlar elde edilmiştir. Ayrıca, karışımda kullanılan maddelerin fenolik madde içeriğine bağlı olarak pekmezin biyoaktif özelliklerinin geliştirilebileceği ortaya konulmuştur. Pekmez karışımlarının düşük su

aktivitesine sahip olmaları ve kuru madde miktarlarının yüksek olması nedeniyle koruyucu madde ilavesi olmaksızın uzun bir raf ömrüne sahip olacağı düşünülmektedir. Ancak kesin bir sonuç elde etmek için depolama analizlerinin yapılması gerekmektedir.

## Ekler

Yazarlar, “Sürülebilir Fonksiyonel Pekmez Üretimi” başlıklı projeye (Proje No:1919B011503356) desteğinden dolayı TÜBİTAK’ a teşekkür etmektedir.

## Kaynaklar

- Akbulut, M., & Çoklar, H. (2007). Yeni bir ürün ve lezzet olarak tatlı sorgum pekmez: Fizikokimyasal özellikleri ve üretimi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 59-63.
- Aksu, M.İ., & Nas, S. (1996). Dut pekmezi üretim tekniği ve çeşitli fiziksel-kimyasal özellikleri. *Gıda Dergisi*, 21(2), 83-88.
- Alasalvar, C., Al-Farsi, M., & Shahidi, F. (2005). Compositional characteristics and antioxidant components of cherry laurel varieties and pekmez. *Journal of Food Science*, 70(1), 47-52.
- Alpaslan, M., & Hayta, M. (2002). Rheological and sensory properties of pekmez (grape molasses)/tahin (sesame paste) blends. *Journal of Food Engineering*, 54(1), 89-93.
- Arslan, E., Yener, M.E., & Esin, A. (2005). Rheological characterization of tahin/pekmez (sesame paste/concentrated grape juice) blends. *Journal of Food Engineering*, 69(2), 167-172.
- Ballard, T.S., Mallikarjunan, P., Zhou, K., & O’Keefe, S. (2010). Microwave-assisted extraction of phenolic antioxidant compounds from peanut skins. *Food Chemistry*, 120(4), 1185-1192.
- Batu, A. (2011). Üzüm, pekmez ve insan sağlığı. *Electronic Journal of Food Technologies*, 6, 25-35.
- Batu, A. (2005). Production of liquid and white solid pekmez in Turkey. *Journal of Food Quality*, 28(5-6), 417-427.
- Batu, A., Karagöz, D.D., Kaya, C., & Yıldız, M. (2007). Dut ve harnup pekmezlerinin depolanması süresince bazı kalite değerlerinde oluşan değişimler. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 7-16
- Bozkurt, H., Göğüş, F., & Eren, S. (1999). Nonenzymic browning reactions in boiled grape juice and its models during storage. *Food Chemistry*, 64 (1), 89-93.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant

- activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28 (1), 25-30.
- Capanoglu, E., de Vos, R.C. H., Hall, R.D., Boyacioglu, D., & Beekwilder, J. (2013). Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. *Food Chemistry*, 139 (1), 521-526.
- Celik, S., & Bakirci, I. (2003). Some properties of yoghurt produced by adding mulberry pekmez (concentrated juice). *International Journal of Dairy Technology*, 56(1), 26-29.
- Cemeroğlu, B. (2010). *Gıda Analizleri*. Ankara, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Çam, M., Hışıl, Y., & Durmaz, G. (2009). Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry*, 112(3), 721-726.
- Çelik, S.F. (2014). Tahin-pekmez karışımlarının antioksidan aktivitesi ve polifenol içeriklerinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Çelik, Ş., Ünver, N., Güç, B., & Ceylan, P. (2018). Keçiboynuzu pekmezi ilave edilerek üretilen meyveli yoğurdun bazı özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(2), 215-224.
- Dönmez, K. (2015). Çeşitli meyvelerden yapılmış pekmezlerden hazırlanan ekstraktların antioksidan kapasitelerinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, Türkiye.
- El Tinay, A.H., Khattab, A.H., & Khidir, M.O. (1976). Protein and oil compositions of sesame seed. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 53(10), 648-653.
- Jiang, L., Hua, D., Wang, Z., & Xu, S. (2010). Aqueous enzymatic extraction of peanut oil and protein hydrolysates. *Food and Bioprocesses Processing*, 88(2), 233-238.
- Karababa, E., & Develi Işıklı, N. (2005). Pekmez: A traditional concentrated fruit product. *Food Reviews International*, 21(4), 357-366.
- Karaman, S., Yılmaz, M.T., Ozturk, G., Yuksel, F., Toker, Ö.S., & Dogan, M. (2017). Characterization of grape molasses/sesame paste/honey blends: Multiple response optimization of some physicochemical, bioactive, viscoelastic and sensory properties. *Journal of Food Process Engineering*, 40(2), 1-3.
- Kaya, A., Ko, S., & Gunasekaran, S. (2011). Viscosity and color change during in situ solidification of grape pekmez. *Food and Bioprocess Technology*, 4(2), 241-246.
- Kuşçu, A., & Bulantekin, Ö. (2016). The effects of production methods and storage on the chemical constituents of apple pekmez. *Journal of Food Science and Technology*, 53(7), 3083-3092.
- Öztürk, B., & Öner, M. (1999). Production and evaluation of yogurt with concentrated grape juice. *Journal of Food Science*, 64(3), 530-532.
- Sengül, M., Fatih Ertugay, M., & Sengül, M. (2005). Rheological, physical and chemical characteristics of mulberry pekmez. *Food Control*, 16(1), 73-76.

- Sengül, M., Fatih Ertugay, M., Sengül, M., & Yüksel, Y. (2007). Rheological characteristics of carob pekmez. *International Journal of Food Properties*, 10(1), 39-46.
- Shahidi, F., Amarowicz, R., Abou-Gharbia, H.A., & Shehata, A.A.Y. (1997). Endogenous antioxidants and stability of sesame oil as affected by processing and storage. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(2), 143-148.
- Simsek, A., & Artık, N. (2002). Değişik meyvelerden üretilen pekmezlerin bileşim unsurları üzerine araştırma. *Gıda/The Journal of Food*, 27(6), 459-467.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299, 152-78.
- Tosun, I., & Sule Ustun, N. (2003). Nonenzymic browning during storage of white hard grape pekmez (Zile pekmezi). *Food Chemistry*, 80(4), 441-443.
- Turhan, I., Tetik, N., & Karhan, M. (2007a). Andız pekmezi üretimi ve bileşimi. *Gıda Teknolojisi Elektronik Dergisi*, 2, 65-69.
- Turhan, I., Tetik, N., & Karhan, M. (2007b). Keçiboynuzu pekmezinin bileşimi ve üretim aşamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 39-44.
- Türkben, C., Senem, S., Gökçen, I., Uylaşer, V., & Demir, C. (2016). Physical and chemical properties of pekmez (molasses) produced with different grape cultivars. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(3), 339-48.



# Çörekotu (*Nigella sativa* L.) çeşit ve popülasyonlarının karakterizasyonu: I. Tarımsal özellikler

## Characterization on variety and populations of black cumin (*Nigella sativa* L.): I. Agricultural properties

İslim KOŞAR\*<sup>1</sup> , Abdulhabip ÖZEL<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa (<https://orcid.org/0000-0002-3605-2596>)

### ÖZ

Bu araştırma, Türkiye'nin farklı yerlerinden temin edilen çörekotu çeşit ve popülasyonlarının, verim ve bazı tarımsal özelliklerinin karakterizasyonunu belirlemek amacıyla, 2015-2016 ve 2016-2017 kışlık üretim sezonunda, tesadüf blokları deneme desenine göre, üç tekerrürlü olarak, GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Koruklu Talat Demirören Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür. Araştırmada, 33 farklı çörekotu çeşit ve popülasyonu kullanılmış olup, bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı, 1000 tane ağırlığı ve dekara verim özellikleri incelenmiştir. Çalışmada, incelenen çörekotu çeşit ve popülasyonların ortalama bitki boyu 47.77-68.63 cm, dal sayısının 2.77-4.63 adet bitki<sup>-1</sup>, kapsül sayısının 4.03-7.63 adet bitki<sup>-1</sup>, 1000 tohum ağırlığının 1.81-3.16 g, sabit yağ oranı % 36.42-40.17 ve tohum verimleri 28.23-107.41 kg da<sup>-1</sup> arasında olduğu görülmüştür. Ayrıca, araştırmacının ilk yılında Şanlıurfa 2, ikinci yılında Eskişehir 1 ve iki yıllık ortalamalara göre ise Şanlıurfa 2 popülasyonunun ön plana çıktığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çörekotu (*Nigella sativa* L.), Popülasyon, Verim

### ABSTRACT

This research was conducted to characterize the yield and some agricultural properties of different black cumin variety and populations which obtained from different places in Turkey in 2015-2016 and 2016-2017 winter production season. The experimental design was performed according to randomized complete block design with tree replications at the GAP Agricultural Research Institute Koruklu Talat Demirören Research Station. In the study, 33 different black cumin variety and populations were used and plant height, number of branches, number of capsule, 1000 seeds weight and seed yield. As a result; variety and populations of black cumin showed that for plant heights between 47.77-68.63 cm, number of branches per plant 2.77-4.63 pieces plant<sup>-1</sup>, number of capsules per plant 4.03-7.63 pieces plant<sup>-1</sup>, 1000 seeds weight 1.81-3.16 g, fixed oil ratio % 36.42-40.17, and seed yield 28.23-107.41 kg da<sup>-1</sup>. Furthermore, the highest yield were gained from Şanlıurfa 2 population in the first year, Eskişehir 1 population in second year and according to the average of two years, Şanlıurfa 2 population took first place.

**Key Words:** Black cumin (*Nigella sativa* L.), Population, Yield

### To cite this article:

Koşar, İ. & Özel, A. (2018). Çörekotu (*Nigella sativa* L.) çeşit ve popülasyonlarının karakterizasyonu: Tarımsal özellikler. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 533-453. DOI: 10.29050/harranziraat.399540

### Address for Correspondence:

İslim KOŞAR

e-mail:

islimkosar@hotmail.com

### Received Date:

28.02.2018

### Accepted Date:

11.07.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

## Giriş

İnsanlık tarihi boyunca bitkiler; gıda, içecek, tatlandırıcı, kozmetik, barınma, yakacak ve hayvan beslenmesi gibi birçok alanda kullanılmıştır.

Ayrıca, insanlar bitkileri birçok kullanım alanının yanında insan sağlığını koruyucu olarak tıbbi amaçlarla da kullanmaktadır.

FAO (Food and Agriculture Organization) istatistiklerine göre, dünyada yaklaşık 72 bin

çiçekli bitki tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır (Baydar, 2013). Dünyada, özellikle tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliği ve bitkisel ilaç hammadde merkezleri olarak Almanya, ABD ve Çin en önemli ülkelerdir. Ülkemizde yaklaşık 500 bitki türü tıbbi ve aromatik bitki olarak değerlendirilmektedir (Karık ve Öztürk, 2009). Bu 500 bitki türü içerisinde, yaklaşık 30 bitki türünün kültürü yapılmaktadır (Şahin, 2013). Ülkemizde birçok tıbbi ve aromatik bitki, tek veya karışık ürün olarak tarlalarda, az da olsa yetiştirilmektedir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin ülkemizde genellikle, halk hekimliğinde kullanımı yaygındır. Ülkemiz, farklı ekolojik koşullar ve iklime sahip olması, florasının fazlasıyla bitki tür ve çeşitliliği içermesinden dolayı, tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından önemli bir ekonomik değere sahiptir (Bayram ve ark., 2010). Ancak, kültürel anlamda yetiştiriciliğin hala yetersiz oluşundan dolayı, kozmetik, ilaç ve gıda sanayinin ihtiyacı olan hammaddenin yaklaşık %70'i ithalat ile karşılanmaktadır.

Ülkemizin tıbbi ve aromatik bitkiler ihracatı yaklaşık olarak, 279 milyon dolar, tıbbi bitkiler ithalatı ise 253 milyon dolar civarındadır (Anonymus, 2015). Türkiye'de ticareti yapılan tıbbi bitkilerin 2/3'ü ithal edilen, kalanı ise ülkemizde doğadan toplanan bitkilerdir (Kan, 2008).

Türkiye'de ekim alanı bakımından haşhaş, kimyon ve anason ilk sıralarda yer almaktadır. Özellikle haşhaş, kimyon ve safranın çok eskiden beri ülkemizde kültürü yapılmaktadır. Bunlara zaman içerisinde anason, rezene, kişniş, nane, fesleğen, çörekotu, kimyon, kekik, çemen, kırmızıbiber, yağ gülü, çay, kudret narı ve şerbetçi otu eklenmiştir (Arslan ve ark., 2015). Bu bitkiler içerisinde çörek otunun ekim alanı 4.681 da, üretimi ise 425 ton civarında olmuştur (Anonim, 2016). Türkiye'nin 2015 yılı çörek otu ithalatı 2898 ton olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizde çörek otu

yetiştiriciliği Bursa, Konya, Samsun, Kütahya, Burdur, Isparta, İstanbul, Afyon, Gaziantep, Kahramanmaraş, Nevşehir, Amasya ve Mersin illerinde ve çevresinde yapılmaktadır (Anonim, 2016).

Çörekotu (*Nigella sativa*), *Ranunculaceae* familyasından, tek yıllık, otsu bir bitkidir. *Nigella* cinsi genelde, Akdeniz ülkelerinde yayılış göstermekte olup, toplam 20 türü içermektedir (Ceylan, 1983; Seçmen ve ark., 2000). Bunlardan 12 tür ülkemizde bulunmakla (Türküzü ve Yıldırım, 2007) birlikte, *N. sativa* türü yaygın olarak yetiştirilmektedir (Baydar ve ark., 2001). Bitki çeşitliliğinin zengin olduğu ülkemizde çörek otu, siyah kimyon, bereket tanesi ve siyah tohum olarak bilinmektedir (Baytop, 1984).

Çörekotu tohumu ve tohumundan elde edilen preparatlar, asırlardır halk hekimliğinde; soğuk algınlığı, baş ağrısı, astım, idrar söktürücü, sarılık, çeşitli romatizma ve iltihap hastalıkları ve vb. birçok hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Randhawa, 2008). Ayrıca, lezzet ve koku verici özelliğinden dolayı, tohumları baharat ve çeşni olarak değerlendirilmektedir (Akgül, 1993).

Bu çalışma ile farklı yörelerden temin edilen, çörek otu çeşit ve popülasyonları karakterize edilmiş, araştırma kapsamında yer alan çeşit ve popülasyonların verim ve kalite ölçütleri ile Şanlıurfa yöresinde yetiştirilebilecek popülasyonlar belirlenmiştir. Diğer taraftan değişik yerlerden temin edilen farklı çörek otu popülasyonlarının karakterizasyonu sonucu, bundan sonra yürütülecek ıslah çalışmaları için hem kaynak, hem de özellikleri tanımlanması ile materyal sağlanmasına yardımcı olunacaktır.

## Materyal ve Metot

Çalışmaya konu olan 33 farklı çörekotu (*Nigella sativa*) çeşit ve popülasyonuna ait isimler ve temin edilen yerler Çizelge 1'de verilmiştir.



Çizelge 1. Temin edilen çörek otu çeşit ve popülasyonları

Table 1. Black cumin variety and populations which obtained from different places

No	Popülasyonlar Populations	No	Popülasyonlar Populations	No	Çeşit ve popülasyonlar Variety and populations
1	Ankara 1	12	Samsun	23	Eskişehir 4
2	Eskişehir 1	13	Eskişehir 3	24	Burdur
3	Mersin	14	Şanlıurfa 1	25	Uşak
4	Ankara	15	Adana	26	Eskişehir 5
5	Şanlıurfa (Suriye Orjinli)	16	Konya 1(Akşehir)	27	Tokat 3
6	İstanbul	17	Ankara 2	28	Çameli (Çeşit)
7	Denizli	18	Tokat 2	29	Samsun 1 (Mısır Orjinli)
8	Burdur	19	Tokat	30	Samsun 2 (Suriye Orijinli)
9	Eskişehir 2	20	Konya 2	31	İzmir
10	Eskişehir	21	Amasya	32	Şanlıurfa 2
11	Konya	22	Muğla	33	Konya 3

Çalışma, GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Koruklu Talat DEMİRÖREN Araştırma istasyonunda, 2015–2016 ve 2016-2017 kışlık üretim sezonunda yürütülmüştür. Toprak

hazırlığından sonra, alınan toprak örneklerinin analizleri yapılarak, gübreleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Toprak örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme yıllarına ait toprak analiz sonuçları

Table 2. Results of soil analysis for years of experiment

Yıllar Years	İşba (suya doy.) Saturation (%)	Ec (ds/m)	Kireç Lime (%)	pH	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) Phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/da <sup>-1</sup> )	Potasyum (K <sub>2</sub> O) Potassium (K <sub>2</sub> O) (kg/da <sup>-1</sup> )	Organik madde Organic substance (%)
2016	66	1.04	27.7	8.02	3.13	116.4	1.43
2017	72	1.05	26.6	7.85	4.36	132.9	1.11

Çizelge 2 incelendiğinde, deneme alanı toprağının killi yapıda olduğu, pH değerinin 7.85-8.02, kireç oranının %26.6-27.7, organik madde miktarının %1.11-1.43, elverişli P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>’in 3.13-4.36 kg da<sup>-1</sup> ve elverişli K<sub>2</sub>O’ün 116.4-132.9 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği görülmektedir. Bu veriler doğrultusunda, deneme alanı toprak yapısının hafif alkali karakterde olduğu, organik madde ve elverişli fosfor bakımından fakir, kireç ve potasyum bakımından zengin olduğu görülmektedir.

Şanlıurfa karasal iklim bölgesine girmekle beraber, Akdeniz ikliminin etkisi de görülmektedir. Yazları kurak ve sıcak, kışları ılık geçmektedir. Yaz mevsiminde çoğunlukla Basra alçak basınç merkezine yerleşmiş olan kurak ve sıcak tropikal hava kütesinin etkisinde kalmakta olup, yarı kurak iklim etkisi görülmektedir. Gündüz sıcaklığı 44 °C’nin üzerine çıkmaktadır. Bağlı nemin çok düşük oluşu, buharlaşmayı arttırmaktadır (Atalay ve Mortan, 2006). İklimsel değerler, Koruklu Talat Demirören Araştırma İstasyonunda

kurulu olan iklim istasyonlarından sağlanmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü 2015-2016, 2016-2017 yıllarına ve uzun yıllara ait bazı iklim verileri Çizelge 3’te yer almaktadır.

Araştırmanın yapıldığı bölgenin uzun yıllar (1929-2016) yıllık yağış ortalaması 451 mm’dir. Deneme yeri iklim verilerine baktığımızda uzun yıllar ortalamasına göre en yüksek sıcaklık 44.0 °C ile Haziran ayında, en düşük sıcaklık ortalama 21.6 °C ile Ocak ayında ölçülmüştür. Yıllık ortalama sıcaklık ise 18,3 °C’ dir. Çizelge 3 incelendiğinde, uzun yıllar sıcaklık ortalamalarına göre, araştırmanın yapıldığı yıllarda düşüşler olduğu görülmektedir. Araştırmanın ikinci yılı Nisan ve Mayıs aylarında, uzun yıllar ortalamasına göre daha fazla yağış düşmüştür. 2016 yılında, yağış miktarının oldukça az olduğu görülmektedir. Bu veriler incelendiğinde araştırma yıllarına ait Kasım-Haziran dönemindeki yağış miktarları ile uzun yıllar verilerinde farklılık görülmektedir. Bu farklılıklar bitki gelişimi ve verim değerlerini kilediği düşünülmektedir.

Çizelge 3. Şanlıurfa ili deneme yılları çörekotu vejetasyon dönemine ait ortalama iklim verileri  
 Table 3. Sanliurfa provinces trial years average climate data of çörekotu vegetation period

	Yağış Precipitation (mm)			Ortalama sıcaklık Average temp(°C)			Maximum sıcaklık Highest temp (°C)			Minimum sıcaklık Lowest temp (°C)		
	2016	2017	UY	2016	2017	UY	2016	2017	UY	2016	2017	UY
Kasım November	18.6	29.0	44.5	13.0	11.3	12.8	24.6	25.6	30.8	0.1	-3.5	-6.0
Aralık December	16.4	79.6	78.8	7.3	5.5	7.4	18.6	15.1	26.0	-1.9	-5.0	-6.4
Ocak January	18.2	14.0	88.3	5.1	4.9	5.5	15.3	14.6	21.6	-7.0	-4.1	10.6
Şubat February	26.4	2.6	69.8	11.2	6.5	6.9	25.2	22.7	25.5	-1.3	-6.8	-12.4
Mart March	18.8	44.0	62.8	13.4	12.7	10.7	26.1	23.9	29.5	0.2	1.5	-7.3
Nisan April	8.8	85.6	49.3	20.1	16.6	16.1	33.0	32.3	36.4	4.3	3.1	-3.2
Mayıs May	1.8	33.4	25.8	23.2	22.7	22.1	36.3	36.5	40.0	9.2	11.5	2.5
Haziran June	0.2	0.0	3.4	29.6	29.1	28.0	42.8	42.7	44.0	17.1	16.0	8.3

UY: Uzun Yıllar (Long Years)

Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre, 3 tekerrürlü olarak yürütülen denemede, her parsel 5 m boyunda, sıra arası mesafe 40 cm olacak şekilde 4 sıradan oluşmuştur. Ekimler 27 Kasım 2015 ve 16 Kasım 2016 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Denemede, toprak tahlili sonuçları esas alınarak uygulanacak gübre miktarları belirlenmiştir. Ekimle birlikte dekara saf olarak 3 kg da<sup>-1</sup> azot ve 3kg da<sup>-1</sup> fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) uygulanmıştır (Arslan, 2003). Üst gübre olarak dekara saf olarak 2 kg da<sup>-1</sup> azot olacak şekilde bitkinin dallanma döneminde üre formunda uygulanmıştır. Sulama (yağmurlama sulama sistemi yardımıyla) ve diğer bakım işlemleri vejetasyon süresince ihtiyaç görüldükçe yapılmıştır. Hasat; alt kapsüllerin çatlamaya başlaması dikkate alınarak her alt parselde kenar tesirleri için parsel baş ve sonundan 50 cm çıkarıldıktan sonra ortadaki iki sırada (4x0.4x2=3,2 m<sup>2</sup>) el ile yapılmıştır. İlk yıl 30 Mayıs-10 Haziran tarihlerinde ikinci yıl 10 Haziran 2017 tarihinde yapılmıştır. Denemeden bitki boyu, dal sayısı, kapsül sayısı, bin tane ağırlığı, Sabit yağ oranı ve verim ile ilgili gözlemler alınmıştır. Denemeden elde edilen veriler kombine tesadüf blokları deneme desenine göre JUMP paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve gruplandırılmıştır.

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çörekotu çeşit ve popülasyonlarından elde edilen ortalama bitki boyu ve dal sayısı değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 4' te verilmektedir.

#### Bitki boyu

Ortalama bitki boyu değerleri yıllara göre incelendiğinde; istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılık görülmektedir. Çörek otu popülasyonlarına göre bitki boyu değerlerinin, ilk yıl 42.13–62.00 cm arasında değiştiği ve ortalama 52.20 cm olduğu, ikinci yıl ise, 49.87–75.27 cm arasında değiştiği ve ortalama 61.99 cm olduğu ve iki yıl bileşik değerlere göre ise, 47.77-68.63 cm arasında değiştiği ve ortalama 57.27 cm olduğu, en yüksek değer ise Burdur popülasyonundan alındığı görülmektedir (Çizelge 4). Genel olarak, bitki boyları arasındaki önemli farklılık, popülasyonların genetik olarak farklılık göstermelerinden kaynaklanmıştır. Yıllar arasındaki fark, 2017 yılında bitkilerin ilk gelişme dönemlerinde yağış miktarının fazlalığından (Çizelge 3) kaynaklanabilir. Bu durum, bitkilerin boylarının daha uzun olmasına neden olmuştur. Bitki boyu yönünden, Çörekotu çeşit ve popülasyonlarına ait bitki boyuna ilişkin değerlerimiz (47.77-68.63 cm), Arslan ve ark.

(1985)'nin 17.75-25.50 cm, Özel ve Demirbilek (2000)'in 18.63-23.76 cm, Özel ve ark (2001)'nin 24.47 cm, Özel ve ark (2007)'nin 30.56-31.38 cm, Akgören (2011)'nin 16.6-25.2 cm, Taqı (2013)'nin 42.98-43.05, Koşar ve ark. (2013)'nin 28.7-39.4 cm, Özyılmaz (2014)'in 19.6-67.75 cm, Tavas ve ark. (2014)'nin 32.33-35.47 cm, Baytöre ve Yaver (2014)'in 34.53-53.58 cm bildirdikleri değerlerden yüksek, Tektaş (2015)'in 63.87-

70.37 değerleriyle benzer bulunmuştur. Bitki boyu genotiplere bağlı bir özellik olmakla birlikte bitkinin yetiştiği çevre şartları ve kültürel uygulamalardan da önemli derecede etkilenebilmektedir. Bitki boyları arasındaki bu farklılıkların nedeninin, genotipler, uygulanan tarımsal işlemler ve ekolojik farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. Farklı çörekotu çeşit ve popülasyonlarında elde edilen değerler

Table 4. Values obtained in different black cumin variety and populations

ÇÇP (Varieties and populations)	Bitki boyu (cm) Plant height (cm)			Dal sayısı Number of branch (pieces plant <sup>-1</sup> )		
	2016	2017	Ort. Average	2016	2017	Ort. Average
1	56.87	66.60	61.73 ABC	2.80	4.40	3.60 AB
2	48.47	52.73	50.60 BC	3.27	3.13	3.20 AB
3	49.87	55.80	52.83 ABC	3.47	2.93	3.20 AB
4	46.00	55.33	50.57 BC	3.40	3.00	3.20 AB
5	45.40	61.73	53.57 ABC	2.67	3.27	2.97 AB
6	50.07	66.20	58.13 ABC	3.00	3.53	3.27 AB
7	46.00	59.47	52.73 ABC	2.87	3.53	3.20 AB
8	50.27	60.60	55.43 ABC	3.33	4.40	3.87 AB
9	58.80	73.20	66.00 AB	3.73	5.27	4.50 AB
10	55.27	63.73	59.50 ABC	3.53	4.13	3.83 AB
11	60.60	70.00	65.30 ABC	3.53	4.27	3.90 AB
12	49.40	59.40	54.40 ABC	2.73	4.40	3.57 AB
13	57.33	71.20	64.27 ABC	2.60	4.67	3.63 AB
14	45.60	56.93	51.27 ABC	3.07	3.47	3.27 AB
15	49.07	63.73	56.40 ABC	3.47	4.40	3.93 AB
16	42.13	60.13	51.13 ABC	3.27	3.80	3.53 AB
17	54.93	63.60	59.27 ABC	3.33	4.47	3.90 AB
18	59.13	62.87	61.00 ABC	4.00	4.67	4.33 AB
19	56.47	63.53	60.00 ABC	2.93	4.13	3.53 AB
20	48.47	54.73	51.60 ABC	3.07	4.13	3.60 AB
21	55.80	70.87	63.33 ABC	3.27	6.00	4.63 A
22	60.00	59.73	59.87 ABC	3.13	4.07	3.60 AB
23	52.87	56.07	54.47 ABC	2.87	4.53	3.70 AB
24	62.00	75.27	68.63 A	4.27	4.47	4.37 AB
25	57.07	70.13	63.60 ABC	3.80	4.93	4.37 AB
26	57.27	67.93	62.60 ABC	3.67	5.47	4.57 AB
27	53.73	58.07	55.90 ABC	3.20	4.07	3.63 AB
28	56.80	63.47	60.13 ABC	2.80	4.93	3.87 AB
29	55-87	66.33	61.10 ABC	3.13	4.73	3.93 AB
30	50.27	53.40	51.83 ABC	3.20	3.07	3.13 AB
31	46.00	49.87	47.80 C	3.20	4.07	3.63 AB
32	42.40	53.13	47.77 C	2.80	2.73	2.77 B
33	42.67	60.20	51.43 ABC	2.93	4.07	3.50 AB
Yıllar ort. (Averages of years)	52.20 B	61.99 A	57.27	3.2 B	4.2 A	3.69
CV(%)		13.9			22.5	
LSD (Yıllar, Years)		2.75**			0.73*	
LSD (Çeşit, varieties)		17.75**			1.86**	
LSD(Yıl*Çeşit, years*varieties)		27.3			2.86	

ÇÇP: Çeşit ve Popülasyonlar (Varieties and Populations)

\* : gruplar arasındaki fark % 5 önem seviyesine göre önemli bulunmuştur (difference between the groups was found significant by 5% significance level). \*\* : gruplar arasındaki fark% 1 önem seviyesine göre önemli bulunmuştur (difference between the groups was found significant by 1% significance level).

*Dal sayısı*

Ortalama dal sayısı değerleri yıllara göre incelendiğinde; istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde farklılık görülmektedir. Çörek otu popülasyonlarına göre dal sayısı değerlerinin, ilk yıl 2.60-4.27 adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 3.2 adet bitki<sup>-1</sup> olduğu, ikinci yıl ise, 2.73–6.00 adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 4.2 adet bitki<sup>-1</sup> olduğu, iki yıl bileşik değerlere göre ise, 2.77-4.63 adetbitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 3.69 adet bitki<sup>-1</sup> en yüksek Amasya popülasyonundan alındığı görülmektedir (Çizelge 4). Genel olarak, dal sayısı değerleri arasındaki önemli farklılık, popülasyonların genetik olarak farklılık göstermelerinden kaynaklanmıştır. Yıllar arasındaki fark, 2017 yılında bitkilerin ilk gelişme dönemlerinde yağış miktarının fazlalığından (Çizelge 3), kaynaklanabilir. Bu durum, bitkilerin dal sayısının daha fazla olmasına neden olmuştur. Dal sayısı yönünden, Çörek otu çeşit ve popülasyonlarına ait dal sayısına ilişkin değerlerimiz (2.77-4.63 adet bitki<sup>-1</sup>), Özel ve Demirbilek (2000)'nin 1.73-3.37 adet bitki<sup>-1</sup>, Taçı (2013)'nin 2.5-3.1 adet bitki<sup>-1</sup>, Tavas ve ark. (2014)'nin 2.80-3.12 adet bitki<sup>-1</sup> bildirdikleri değerlerden yüksek, Akgören (2011)'nin 3.1-4.6 adet bitki<sup>-1</sup>, Özyılmaz (2014)'in 2.70-4.89 adet bitki<sup>-1</sup>, Baytöre ve Yaver (2014)'in 3.45-4.42 adet bitki<sup>-1</sup> bildirdikleri değerlerle benzer, Özel ve ark. (2009)'nin 5.53 adet bitki<sup>-1</sup>, Tonçer ve Kızıl (2004)'in 6.63 adet bitki<sup>-1</sup>, Tektaş (2015)'in (6.70-8.17 adet bitki<sup>-1</sup> değerlerinden düşük bulunmuştur. Çörek otunda dallanmanın genotip ve çevreye bağlı bir özelliktir (Yılmaz, 2008) ve çevre faktörlerinden ekim sıklığı, topraktaki besin maddeleri, nem, sulama, yağış durumu ve ışıklandırma dallanmayı artıran önemli faktörler arasında yer almaktadır (Küçükemre, 2009). Dal sayısı değerlerinin diğer araştırmalardan düşük olması gonotip ve çevre faktörlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çörekotu çeşit ve popülasyonlarından elde edilen ortalama kapsül sayısı ve 1000 tane ağırlığı değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 5'te verilmektedir.

*Kapsül sayısı*

Ortalama kapsül sayısı değerleri yıllara göre incelendiğinde; istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılık görülmektedir. Çörek otu çeşit ve popülasyonlarına göre, kapsül sayısı değerlerinin, ilk yıl 3.80-9.07 adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 5.1 adet bitki<sup>-1</sup> olduğu, ikinci yıl ise, 3.67–9.33 adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 6.3 adet bitki<sup>-1</sup> olduğu, iki yıl bileşik değerlere göre ise, 4.03-7.93 adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 5.70 adet bitki<sup>-1</sup> olduğu, en yüksek değer ise Tokat 2 popülasyonundan alındığı görülmektedir (Çizelge 5). Yıllar arasındaki fark, 2017 yılında bitkilerin ilk gelişme dönemlerinde yağış miktarının fazlalığından (Çizelge 3), kaynaklanabilir. Bu durum, kapsül sayısı değerlerinin daha fazla olmasına neden olmuştur. Kapsül sayısı yönünden, Çörekotu çeşit ve popülasyonlarına ait kapsül sayısına ilişkin değerlerimiz (4.03-7.93 adet bitki<sup>-1</sup>), Özel ve Demirbilek (2000)'in 1.50-4.06 adet bitki<sup>-1</sup>, Özel ve ark. (2002)'nin 1.50 -5.60 adet bitki<sup>-1</sup>, Taçı (2013)'nin 4.5-4.9 adet bitki<sup>-1</sup> bildirdikleri değerlerden yüksek, Baytöre ve Yaver (2014)'in 5.70-7.23 adet bitki<sup>-1</sup> bildirdikleri değerlere benzer, Akgören (2011)'nin 5.6-9.2 adet bitki<sup>-1</sup>, Koşar ve ark. (2013) 5.9-15.4 adet bitki<sup>-1</sup>, Özyılmaz ve ark. (2014)'nin 3.0-31.42 adet bitki<sup>-1</sup>, Tavas ve ark. (2014)'nin 7.65-8.55 adet bitki<sup>-1</sup>, Tektaş (2015)'in 15.23-25.10 adet bitki<sup>-1</sup> bildirdikleri değerlerden düşük bulunmuştur. Bu çalışmada kapsül sayısının diğer araştırmalarda yüksek, benzer veya düşük çıkmasının nedeni, iklimsel faktörler, toprak yapısı ve bitkilerin gelişme durumları ile ilgili oldukları düşünülmektedir. Birim alanda bitki yoğunluğu, ışık ve su kullanılabilirliği ve buna bağlı olarak, vejetatif gelişimi ve bitki başına kapsül sayısını etkileyen diğer bir unsurdur. Bitki yoğunluğun azalışı, ışık ve su kullanılabilirliği yükseltmekte, bitkide dal ve kapsül sayısını artırmaktadır. Bunun yanı sıra, özellikle dallanma, çiçeklenme ve tohum bağlama dönemlerinde sulama yapılması ve sulama sayısının artışı bitki başına kapsül sayısını olumlu yönde etkilemektedir (Kumar ve ark., 2002).

Çizelge 6. Farklı çörekotu çeşit ve popülasyonlarında elde edilen değerler  
Table 5. Values obtained in different black cumin variety and populations

ÇÇP (Varieties and populations)	Kapsül sayısı Number of capsule (pieces plant <sup>-1</sup> )			1000 tane ağırlığı 1000 Grain yield (g)		
	2016	2017	Ort. Average	2016	2017	Ort. Average
1	4.87 bc	7.67 abc	6.27 ABC	2.39 h-t	2.11 p-v	2.25 G-K
2	4.80 bc	4.07 c	4.43 ABC	3.40 a	2.93 a-j	3.16 A
3	4.53 c	3.67 c	4.10 BC	3.11 a-g	2.91 a-j	3.01 A-D
4	4.53 c	4.73 bc	4.63 ABC	2.71 b-q	2.81 a-n	2.76 A-F
5	4.07 c	4.47 c	4.27 ABC	3.27 abc	2.86 a-l	3.06 AB
6	5.13 bc	5.60 abc	5.33 ABC	2.29 j-v	2.93 a-j	2.61 C-H
7	6.47 abc	4.87 bc	5.67 ABC	3.23 a-d	2.89 a-k	3.06 AB
8	3.87 c	5.87 abc	4.87ABC	1.68 uv	1.93 s-v	1.81 L
9	5.93 abc	9.00 abc	7.47 ABC	2.55 e-t	2.17 m-v	2.36 F-J
10	5.07 bc	6.33 abc	5.70 ABC	2.84 a-l	2.75 a-p	2.80 A-F
11	4.27 c	6.13 abc	5.20 ABC	2.55 e-t	2.28 j-v	2.41 F-J
12	4.27 c	5.87 abc	5.07 ABC	2.55 e-t	2.60 c-s	2.58 D-H
13	4.73 bc	9.33 abc	7.03 ABC	2.32 i-v	2.07 q-v	2.20 H-L
14	4.90 bc	4.53 c	4.72 ABC	3.14 a-f	2.94 a-j	3.04 ABC
15	5.60 abc	6.27 abc	5.93 ABC	2.86 a-l	2.97 a-l	2.92 A-E
16	5.80 abc	5.53 abc	5.67 ABC	3.05 d-s	2.53 e-t	2.78 A-F
17	5.27 bc	6.40 abc	5.83 ABC	2.22 l-v	1.91 tuv	2.07 JKL
18	9.07 abc	6.80 abc	7.93 A	2.13 o-v	1.67 v	1.90 KL
19	5.07 bc	7.27 abc	6.17 ABC	2.14 o-v	2.09 p-v	2.12 I-L
20	4.27 c	4.87 bc	4.57 ABC	2.48 f-t	2.59 d-s	2.54 E-I
21	4.47 c	11.27 a	7.87 AB	2.36 i-t	2.03 r-v	2.20 H-L
22	4.93 bc	6.53 abc	5.73 ABC	2.64 c-r	2.63 c-r	2.64 B-G
23	4.47 c	5.47 abc	4.97 ABC	2.46 g-t	2.87 a-l	2.66 B-G
24	7.60 abc	6.93 abc	7.27 ABC	2.59 d-s	2.20 l-v	2.39 F-J
25	6.93 abc	8.07 abc	7.50 ABC	2.57 d-t	2.23 k-v	2.40 F-J
26	4.80 bc	10.47 ab	7.63 ABC	2.34 i-u	2.27 j-v	2.31 G-K
27	5.40 bc	5.33 bc	5.37 ABC	2.15 n-v	2.64 c-r	2.40 F-J
28	4.73 bc	5.20 bc	4.97 ABC	2.50 f-t	1.90 tuv	2.20 H-L
29	5.20 bc	9.20 abc	7.20 ABC	2.45 g-t	2.03 r-v	2.24 G-L
30	4.60 c	4.33 c	4.47 ABC	3.07 a-g	2.65 c-r	2.86 A-E
31	4.93 bc	5.07 bc	5.00 ABC	3.35 ab	2.92 a-j	3.13 A
32	3.80 c	4.27 c	4.03 C	3.19 a-e	2.82 a-m	3.00 A-D
33	3.93 c	6.40 abc	5.17 ABC	2.79 a-o	2.69 b-r	2.74 A-F
Yıllar ort. (Averages of years)	5.1 B	6.3 A	5.70	2.65 A	2.48 B	2.56
CV(%)		29.6			7.5	
LSD (Yıllar, years)		0.61**			0.06**	
LSD (Çeşit, varieties)		3.78**			0.45**	
LSD(Yıl*Çeşit, years*varieties)		5.82**			0.68**	

ÇÇP: Çeşit ve Populasyonlar (Varieties and Populations)

\* : gruplar arasındaki fark% 5 önem seviyesine göre önemli bulunmuştur (difference between the groups was found significant by 5% significance level). \*\* : gruplar arasındaki fark% 1 önem seviyesine göre önemli bulunmuştur (difference between the groups was found significant by 1% significance level).

**1000 tane ağırlığı**

Ortalama 1000 tane ağırlığı değerleri yıllara göre incelendiğinde; istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılık görülmektedir. Çörek otu çeşit ve popülasyonlarına göre, 1000 tane ağırlığı

değerlerinin, ilk yıl 1.68-3.40 g arasında değiştiği ve ortalama 2.65 g olduğu, ikinci yıl ise, 1.67-2.93 g arasında değiştiği ve ortalama 2.48 olduğu ve iki yıl bileşik değerlere göre ise, 1.81-3.16 g arasında değiştiği ve ortalama 2.56 olduğu, en yüksek değer ise Eskişehir 1 popülasyonundan alındığı

görülmektedir (Çizelge 5). Genel olarak, 1000 tane ağırlığı değerleri arasındaki önemli farklılık, popülasyonların genetik olarak farklılık göstermelerinden kaynaklanmıştır. Yıllar arasındaki fark, 2017 yılında bitkilerin tohum gelişme dönemlerinde yağış miktarının fazlalığından (Çizelge 3) kaynaklanabilir. Bu durum, 1000 tane ağırlığı değerlerinin düşmesine neden olmuştur. 1000 tane ağırlığı yönünden, Çörek otu çeşit ve popülasyonlarına ait 1000 tane ağırlığına ilişkin değerlerimiz (1.81-3.16 g), Kulan ve ark. (2012) 'nın 2.22-2.69 g, Akgören (2011)'nin 1.21-2.62 g, Taqı (2013)'nin 2.57-2.78 g, Tavas ve ark. (2014)'nin 2.34-2.73 g, Baytöre ve Yaver (2014)'in 1.97-2.30 g, Tektaş (2015)'in 2.40-2.90 g bildirdikleri değerlerden yüksek ve düşük bulunmuştur. Koşar ve ark. (2013)'nin 1.9-3.2 g bildirdikleri değerlerle benzer bulunmuştur. Verim unsurlarının en önemlilerinden biri olan bin tane ağırlığı genotiplere ve yetiştirme şartlarına göre farklılık göstermektedir. Ancak yapılan diğer bazı araştırmalarda bin tohum ağırlıklarına, genotipik özellikler, çevresel etmenler ve kültürel işlemler gibi birçok faktörün etki ettiğini göstermiştir. Bin tohum ağırlıklarını etkileyen etmenlerden birinin ekim alanlarındaki yabancı otların yoğunluğu olduğunu belirten Mubeen ve ark. (2009), yabancı ot yoğunluğu artışının bin tohum ağırlığını düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Çörek otu çeşit ve popülasyonlarından elde edilen ortalama sabit yağ oranı ve tohum verim değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 6' da verilmiştir.

#### *Sabit yağ oranı*

Ortalama sabit yağ oranı değerleri yıllara göre incelendiğinde; istatistiksel olarak önemsiz görülmektedir. Çörek otu çeşit ve popülasyonlarına göre bitki boyu değerlerinin, ilk yıl % 35.71-42.69 arasında değiştiği ve ortalama % 38.8 olduğu, ikinci yıl ise, % 35.65-39.59 arasında değiştiği ve ortalama % 37.6 olduğu ve iki yıl bileşik değerlere göre ise, % 36.42-40.17 arasında değiştiği ve ortalama % 38.16 olduğu, en yüksek

değerin ise Konya popülasyonundan alındığı görülmektedir (Çizelge 6). Sabit yağ oranı yönünden, Çörekotu çeşit ve popülasyonlarına ait sabit yağ oranına ilişkin değerlerimiz (% 36.42-40.17), Sönmez ve ark. (2009)'nin % 33.9, Küçükemre (2009)'nin % 30, Akgören (2011)'nin % 19.51-26.34, Taqı (2013)'nin % 27.87-31.6, Baytöre ve Yaver (2014)'in % 16.7-30.08, Koşar ve ark. (2013)'nin % 31.1-37.3 bildirdikleri değerlerden yüksek, Kulan ve ark. (2012) in % 38.91-40.58 bildirdiği değerden düşük bulunmuştur. Yağ oranı üzerine birçok faktör etki etmekle beraber popülasyonlar arasında ortaya çıkan farklılıklar büyük ölçüde genetik yapıdan kaynaklanabilir. Telci (1995), Türker ve Bayrak (1997) ve Akgören (2011) sabit yağ içeriklerinin popülasyonlara göre farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

#### *Tohum verim*

Ortalama verim değerleri yıllara göre incelendiğinde; istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde farklılık görülmektedir. Çörek otu popülasyonlarına göre verim değerlerinin, ilk yıl 37.09-136.75 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 80.65 kg da<sup>-1</sup> olduğu, ikinci yıl ise, 19.36-88.89 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 54.26 kg da<sup>-1</sup> olduğu ve iki yıl bileşik değerlere göre ise, 28.23- 107.41 ve 109.47 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalama 67.48 kg da<sup>-1</sup> olduğu, en yüksek değer ise Eskişehir 1 ve Şanlıurfa 2 popülasyonlarından alındığı görülmektedir (Çizelge 6). Genel olarak, verim arasındaki önemli farklılık, popülasyonların genetik olarak farklılık göstermelerinden kaynaklanmıştır. Popülasyonlar genel olarak ele alındığında; iklimsel verilerden ve tarımsal uygulamalardan oldukça etkilendikleri görülmektedir. Yıllar arasındaki fark, bitkinin izolasyonu için kullanılan tüllerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, verimin düşmesine neden olmuştur. Çörek otu çeşit ve popülasyonlarına ait verime ilişkin değerlerimiz (28.23-107.41 ve 109.47 kg da<sup>-1</sup>), Özel ve Demirbilek sonuçları (2000) 35.86-43.95 kg da<sup>-1</sup>, D'antuono ve ark. (2002) 40.4-101.8 kg da<sup>-1</sup>, Özel ve ark. (2001) 33.67-41.67 kg da<sup>-1</sup>, Tektaş

(2015)'in 71.90-118.77 kg da<sup>-1</sup> değerlerinden düşük ve yüksek, Koç (1999)'un 162.66 kg da<sup>-1</sup>, Özel ve ark. (2009)'nın 212.65 kg da<sup>-1</sup>, Akgören (2011)'nin 90.5-188.3 kg da<sup>-1</sup>, Taçı (2013)'nin 82.86-126.96 kg da<sup>-1</sup>, Koşar ve ark. (106.1-215.4 kg da<sup>-1</sup>, bildirdikleri değerlerden düşük, Sönmez ve ark. (2009)'nın 46.2 kg da<sup>-1</sup> bildirdiği değerden

yüksek bulunmuştur. Çörekotu bitkisinde elde edilen verim değerleri, bitkinin morfolojik yapısı yanında pek çok faktörün etkisi altında değişmektedir. Tarımsal uygulamalardan bu derece etkilenen verim değerlerinin çevresel ve iklimsel özelliklerden etkilenmesi kaçınılmazdır.

Çizelge 6. Farklı çörekotu çeşit ve popülasyonlarında elde edilen değerler  
Table6. Values obtained in different black cumin variety and populations

ÇÇP (Varieties and populations)	Sabit yağ oranı Crude oil rate (%)			Verim Yield (kg da <sup>-1</sup> )		
	2016	2017	Ort. Average	2016	2017	Ort. Average
1	37.74	39.10	38.42	58.63 k-u	33.56 u-x	46.10 KLM
2	40.12	37.37	38.74	125.92 ab	88.89 c-j	107.41 AB
3	39.61	38.52	39.07	103.64 b-h	80.84 g-m	92.24 A-E
4	38.70	38.80	38.75	109.51 a-f	74.91 i-o	92.21 A-E
5	39.14	36.12	37.63	115.50 abc	83.13 e-l	99.32 ABC
6	40.47	37.72	39.09	110.76 a-e	71.11 i-p	90.94 B-F
7	39.31	35.65	37.48	96.18 c-i	65.70 j-q	80.94 D-H
8	35.71	37.17	36.42	56.82 l-u	47.56 o-w	52.19 I-L
9	36.85	36.65	36.75	55.02 l-w	27.20 wx	41.11 LM
10	36.32	38.42	37.37	83.43 d-k	46.56 p-x	65.99 HIJ
11	42.69	37.64	40.17	49.51 n-w	31.30 u-x	40.41 LM
12	38.45	35.13	36.79	98.58 b-i	40.31 q-x	69.45 GHI
13	37.71	37.69	37.70	47.65 o-w	41.06 q-x	44.36 LM
14	38.85	38.62	38.73	74.84 i-o	71.61 i-q	73.23 FGH
15	39.17	39.59	39.38	76.13 h-n	76.81 h-n	76.47 E-H
16	39.40	37.46	38.43	76.26 h-n	72.22 i-q	74.24 E-H
17	37.83	36.37	37.10	37.09 r-x	19.36 x	28.23 M
18	40.15	38.82	39.49	55.79 l-u	36.93 r-x	46.36 KLM
19	37.65	38.81	38.23	45.10 p-x	45.82 p-x	45.46 KLM
20	37.00	37.42	37.20	110.39 a-e	65.62 j-q	88.01 C-F
21	38.81	35.58	37.20	69.98 j-r	35.37 t-x	50.18 JKL
22	39.20	38.22	38.71	73.20 i-p	52.36 n-w	62.79 H-K
23	39.80	37.09	38.45	108.88 a-g	64.07 j-s	86.48 C-G
24	36.31	36.95	36.63	62.28 j-t	35.95 s-x	49.11 JKL
25	36.56	37.03	36.79	58.78 k-u	34.38 t-x	46.36 KL
26	38.13	37.24	37.69	66.71 j-q	33.37 u-x	50.05 JKL
27	41.43	36.92	39.17	111.21 a-e	59.21 k-u	85.21 C-G
28	38.36	37.59	37.98	41.92 q-x	46.63 p-x	44.28 LM
29	37.83	37.40	37.62	54.80 m-w	27.51 vwx	41.16 LM
30	42.07	36.81	39.44	103.78 b-h	86.44 d-k	95.11 A-D
31	39.57	38.79	39.18	76.03 h-n	55.46 l-v	65.74 HIJ
32	40.21	39.14	39.68	136.75 a	82.20 f-m	109.47 A
33	38.13	37.57	37.85	113.56 a-d	57.01 l-u	86.29 C-G
Yıllar ort. (Averages of years)	38.8	37.6	38.16	80.65 A	54.26 B	67.48
CV(%)		6.5			12.1	
LSD (Yıllar, Years)		1.33			2.26**	
LSD (Çeşit, varieties)		5.58			18.30**	
LSD(Yıl*Çeşit, years*varieties)		8.60			28.19**	

ÇÇP: Çeşit ve Popülasyonlar (Varieties and Populations)

\* : gruplar arasındaki fark% 5 önem seviyesine göre önemli bulunmuştur (difference between the groups was found significant by 5% significance level). \*\* : gruplar arasındaki fark% 1 önem seviyesine göre önemli bulunmuştur (difference between the groups was found significant by 1% significance level).

Çizelge 6 incelendiğinde araştırmada yıllar ve populasyonlar arasında fark olduğu görülmektedir. Bunun; ilk yıldaki parsellerin konumundan, her yıl karşılaşılan meteorolojik parametrelerin birbirinden farklı olmasından, bitkilerdeki gelişme periyoduna bağlı karşılaşılan farklı çevre faktörlerinden ve hasat dönemindeki yağışlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, çörek otu bitkisinin çevre faktörlerinin değişiminden çok kolay etkilendiği, bu bitkinin gelişme dönemlerinin her birinin farklı hassasiyetlere sahip olduğu, bu yüzden de yıllara göre verim bulgularının farklılıklar gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Çörek otu bitki, tohumları kullanılan ve bu amaç için yetiştiriciliği yapılan bir bitkidir. Bu nedenle yetiştiricilikte öncelikli olarak tohum veriminin yüksek olması istenmektedir. Tohum verimindeki değişimler ekolojik koşullar ve tarımsal uygulamaların yanı sıra, genotipik özelliklerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, tohum verimi yüksek olan populasyonların yetiştiriciliğinin yapılması, ilerleyen araştırmalarda kullanılması büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde tek çeşit olan ve 2014 yılında tescil edilen “Çameli” çörek otu çeşidi bulunmaktadır. Yürütülen araştırma ile Şanlıurfa yöresinde hem yöre halkının üretimde kullanabilecekleri populasyonların karakterizasyonunun belirlenmesi hem de çörek otu çeşit geliştirme çalışmaları için uygun genotipik kaynaklar sağlanmıştır. Bu araştırma ile tohum verimleri bakımından incelenen 33 çeşit ve populasyon içerisinde her iki yılda da Şanlıurfa 2 populasyonunun ön plana çıktığı belirlenmiştir.

## Ekler

Bu makale “Çörek Otu (*Nigella Sativa* L.) Çeşit ve Populasyonlarının Karakterizasyonu” isimli ve HÜBAK’ca (Proje No:17023) desteklenen, doktora tezinden çıkarılmıştır.

## Kaynaklar

- Anonymus (2015). <http://faostat.fao.org/sie/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>
- Anonim (2016). Şanlıurfa iklim verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Anonim (2016). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Akgören, G. (2011). Bazı Çörek Otu (*Nigella sativa* L.) Populasyonlarının Tarımsal Özellikleri. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Akgül, A. (1993). *Baharat Bilimi ve Teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Yayınları, No:15, Sayfa 72-74, Ankara.
- Arslan, N. (2015). Dünyada ve ülkemizde tıbbi-aromatik bitkilerin tarımı. *Türk Tarım Dergisi* 223, 26-34.
- Atalay, İ. & Mortan, K. (2006). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*, İnkılap Yayınları, İstanbul.
- Baydar, H., Karadoğan, T. & Çarkçı, K. (2001). Isparta Bölgesinde Kültüre Alınan Aromatik Bitkilerin Drog ve Uçucu Yağ Verimlerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 60-71
- Baydar, H. (2013). *Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 51, s.157-157, Isparta.
- Bayram, E., Kırıcı, E., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S. & Telci, İ. (2010). Tıbbi aromatik bitkiler üretiminin artırılması olanakları. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, Ankara.
- Baytop, T. (1984). *Türkiye’de Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3255, İstanbul.
- Ceylan, A. (1983). *Tıbbi Bitkiler (1. Genel Bölüm)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:312, Bornova-İzmir.
- D’Antuono, L.F., Moretti, A. & Lovato, A.F.S. (2002). Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and *Nigella domescena* L.. *Industrial crops and products*, 15(1), 59-69
- İpek, A., Sarıhan, E. O. & Gürbüz, B. (2005). Bazı Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Populasyonlarının Ankara Koşullarına Adaptasyonu Üzerine Bir Araştırma. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, s. 461-464. 5-9 Eylül 2005
- Kan, Y. (2008). Ülkemizde Kültürü Yapılan Anti Aging Etkili Tıbbi Bitkiler. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi* 28(6), 170-174.
- Karık, Ü. & Öztürk, M. (2009). Türkiye Dış Ticaretinde Tıbbi ve Aromatik Bitkiler. *Bahçe* 38(2), 21-31.
- Koşar, İ., Saraçoğlu, M., Özel, A., Alsan İ. & Coşkun, A. (2013). Determination of yield and some agronomic characters on populations of blackcumin (*Nigella sativa* L.) under the irrigation conditions in Harran plain. 1<sup>st</sup> Central Asia Congress on Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition, Bışkek Kırgızistan.
- Koşar, İ., Alsan, İ., Özel, A., Saraçoğlu, M. & Coşkun, A. (2013). Harran Ovası Kuru Koşullarında Çörek otu (*Nigella sativa* L.) Populasyonlarında Verim ve Bazı Tarımsal Karakterlerin Belirlenmesi. 10. Tarla Bitkileri Kongresi. 10-13 Eylül 2013.



- Kulan, E.G., Turan, Y.S., Gülmezoğlu, N., Kara, İ. & Aytaç, Z. (2012). Kuru Koşullarda Yetiştirilen Çörekotunun (*Nigella sativa* L.) Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri. *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, 177-181, Tokat.
- Küçükemre, D. (2009). Çörek Otunda (*Nigella sativa* L.) Farklı Sıra Aralıkları ve Ekim Normunun Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Danışman Prof. Dr. Güngör Yılmaz), Tokat.
- Özel, A. & Demirbilek, T. (2000). Harran Ovası koşullarında bazı tek yıllık baharat bitkilerinin verim ve bazı agronomik özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(3-4), 21-32.
- Özel, A., Demirbilek, T. & Çopur, O. (2001). Determination of Yield and Agronomic Characters of Some Annual Spice Plants Under The Harran Plain Conditions. *Workshop on agricultural and Quality Aspects of Medicinal and Aromatic Plants*. May 29-June 01 2001, s. 151-158. Adana-TURKEY.
- Özel, A., Demirbilek, T. & Güler, İ. (2002). Harran Ovası kuru koşullarında farklı ekim zamanlarının çörek otu türleri (*Nigella* spp.)'nin verim ve bazı tarımsal karakterlerine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(3-4), 81-84.
- Özel, A., Demirbilek, T., Erden, K. & Demirel, U. (2007). Harran Ovası Koşullarında Bazı Baharat Bitkilerinde Optimum Tohumluk Miktarının Belirlenmesi. Kesin Sonuç Raporu. HR.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. Şanlıurfa.
- Özel, A., Demirel, U., Güler, İ. & Erden, K. (2009). Farklı sıra aralığı ve tohumluk miktarlarının çörek otunda (*Nigella sativa* L.) verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2009 13(1),17-25.
- Özyılmaz, B., Yılmaz, G. & Karataş, R. (2014). Farklı yörelerden temin edilen çörek otu popülasyonlarının karakterizasyonu. *II. Tıbbi Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, Yalova.
- Randhawa, M. A. (2008). Black Seed, *Nigella sativa*, Deserves More Attention. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 20(2),1-2.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L. & Leblebici, E. (2000). *Tohumlu Bitkiler Sistematiği*. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 116. İzmir.
- Şahin, B. (2013). Farklı Ekim Zamanlarında Yetiştirilen Bazı Tıbbi Bitkilerin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Danışman: Prof. Dr. Yüksel Kan), Konya.
- Taqı, H. (2013). Samsun Koşullarında Bazı Çörekotu (*Nigella sativa* L.) Popülasyonlarında Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Danışman: Prof. Dr. Kudret Kevseroğlu), Samsun.
- Tavas, N., Katar, N. & Aytaç, Z. (2014). Eskişehir ekolojik koşullarında yetiştirilen çörek otu (*Nigella sativa* L.)'nda verim, verim özellikleri ve sabit yağ bileşenleri. *II. Tıbbi Aromatik Bitkiler Sempozyumu*, s. 623-629, Yalova.
- Tektaş, E. (2015). Harran Ovası Koşullarında Birim Alandaki Tohum Sayısının Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)'nun Verim ve Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi) Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Telci, İ. (1995). Tokat Şartlarında Farklı Ekim Sıklığının Çörekotu (*Nigella sativa* L.)'nda Verim Unsurları ve Bazı Bitkisel Özelliklerine Etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Danışman Doç. Dr. Hüseyin Koç), Tokat.
- Tonçer, Ö. & Kızıl, S. (2004). Effect of seed rate on agronomic and technologic characters of *Nigella sativa* L., *International Journal of Agriculture & Biology* 6(3), 529-532.
- Türker, L. (1996). Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)'nun Sabit ve Uçucu Yağ Kompozisyonunun Araştırılması. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
- Türközü, D. & Yıldırım, B. (2007). Van Ekolojik Koşullarında Farklı Azot Dozlarının ve Ekim Zamanlarının Çörekotu (*Nigella sativa* L.)'nda Verim, Verim Unsurları ve Kalite Üzerine Etkileri. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 839-842. 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Ürüşan, Z. (2016). Bazı Çörek Otu (*Nigella sativa* L., *Nigella damascena*) Genotiplerinde Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilim Dalı, Erzurum, 43s.
- Yılmaz, G. (2008). *Tıbbi Aromatik Bitkiler Yetiştiriciliğinde Yeni Yaklaşımlar*. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler. Lisansüstü Ders Notları (Basılmamış), GOÜ Ziraat Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.



# Bazı soya fasulyesi (*Glycine max* L.) çeşitlerinin yüksek rakımlarda verim ve verim unsurlarının belirlenmesi

## Determination of yield and yield components of some soybean (*Glycine max* L.) varieties at high altitudes

Erkan BOYDAK<sup>1</sup> , Büşra KAYANTAŞ<sup>2\*</sup> , Ferat ACAR<sup>3</sup> , Rıdvan FIRAT<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl, Türkiye.

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl, Türkiye.

<sup>3</sup>DISKI Genel Müdürlüğü, Bağlar, Diyarbakır, Türkiye.

<sup>4</sup>Ziraat Yüksek Mühendis, Bingöl, Türkiye.

### ÖZ

#### To cite this article:

Boydak, E., Kayantaş, B., Acar, F. & Fırat, R. (2018). Bazı soya fasulyesi (*Glycine max* L.) çeşitlerinin yüksek rakımlarda verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 544-550. DOI: 10.29050/harranziraat.392723

Bu araştırma, 2012 ve 2014 yıllarında Türkiye'nin Doğu geçit bölgesinde bulunan 1151 m rakıma sahip Bingöl ilinde yürütülmüştür. Deneme 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Araştırmada; Ataem-7, Yemsoy, Yeşilsoy, Adasoy, Cinsoy, Blaze, Nova, May 5312, Erensoy, Türksoy, Umut 2002 ve Nazlıcan çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Boğum sayısı, baklada tohum sayısı, dal sayısı, bakla sayısı, bitki boyu, ilk meyve yüksekliği, 1000 tane ağırlığı, hasat indeksi, yağ oranı ve dekara verim gibi önemli özellikler incelenmiştir. Araştırmada; 2012 yetiştirme sezonunda en yüksek boğum sayısı 24.53 adet bitki<sup>-1</sup> ile Adasoy, en yüksek ilk meyve yüksekliği 40.30 cm ile Yemsoy, en yüksek 1000 tane ağırlığı 156.96 g ile Umut-2002, en yüksek dekara verimi 239.10 kg da<sup>-1</sup> ile Yeşilsoy, en yüksek yağ oranı %18.78 ile Yeşilsoy'dan elde edilmiştir. 2014 yetiştirme sezonunda en yüksek boğum sayısı 20.33 adet bitki<sup>-1</sup> ile Ataem-7, en yüksek ilk meyve yüksekliği 31.23 cm ile Ataem-7, en yüksek 1000 tane ağırlığı 128.18 g ile Erensoy, en yüksek dekara verimi 112.63 kg da<sup>-1</sup> ile Yemsoy, en yüksek yağ oranı %17.61 ile Türksoy'dan elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Soya, Çeşit, Rakım, Verim

### ABSTRACT

This investigation was carried out in Bingöl that had 1151 meter altitude in East Gateway Region of Turkey in 2012 and 2014. The study was established according to the randomized block experimental design with three replication. In this research such as Ataem-7, Yemsoy, Yeşilsoy, Adasoy, Cinsoy, Blaze, Nova, May 5312, Erensoy, Türksoy, Umut 2002 ve Nazlıcan soybean varieties were used as materials. In the all soybean varieties node number, seed number per pod, branch number, pod number, plant height, first fruit height, 1000 seed weight, harvest index, oil rate and seed yield characteristics were investigated. In the experiment; The highest number of nodes was found from Adasoy cultivar with 24.53 number plant<sup>-1</sup>, the highest fruit height 40.30 cm with Yemsoy, the highest 1000 weight 156.96 g with Umut-2002, the highest yield with 239.10 kg da<sup>-1</sup> Yeşilsoy and highest oil rate content was obtained from Yeşilsoy with 18.78% in the 2012 growing season. The highest number of nodes was found from Ataem-7 cultivar with 20.33 number plant<sup>-1</sup>, the highest fruit height 31.23 cm with Ataem-7, the highest 1000 weight 128.18 g with Erensoy, the highest yield with 112.63 kg da<sup>-1</sup> Yemsoy and highest oil rate content was obtained from Türksoy with 17.61% in the 2014 growing season.

**Key Words:** Soybean, Variety, Altitude, Yield

#### Address for Correspondence:

Büşra KAYANTAŞ

#### e-mail:

bkayantas@bingol.edu.tr

#### Received Date:

09.02.2018

#### Accepted Date:

28.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

## Giriş

Soya fasulyesi baklagiller familyasından olup yazlık ve tek yıllık bir yağ bitkisidir. Tohumlarında ortalama % 18-24 yağ, % 36-40 protein, % 26 karbonhidrat ve % 8 madensel maddeler içermektedir. İçerdiği bu değerli besin maddeleri nedeniyle, asrın harika bitkisi olarak bilinmektedir (Arioğlu, 2007). Tohumlarından yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesi bol miktarda protein içerdiğinden, iyi bir hayvan yemi olarak özellikle kanatlı yem rasyonlarında yüksek oranda kullanılmaktadır. Ayrıca soya yeşil gübre olarak da değerlendirilmektedir (Okçu ve ark., 2007). Ülkemizde soya üretiminde artışın sağlanması, üretimi teşvik eden tarımsal destekleme programlarının uygulanması, ürün girdi ve alım fiyatlarının doğru ve yönlendirici bir şekilde kullanılması yanında bitki yetiştirme tekniğinde verimlilik artışı sağlayacak şekilde bilimsel araştırmaların güncellenmesine de bağlıdır. Bu nedenle, bir bölgede soya üretiminin yaygınlaştırılması ve verimliliğinin artırılması için, ilk olarak yapılması gereken bölgeye uygun çeşitlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi olmalıdır. Hatta soya bitkisinin ekonomik önemi bakımından kısa dönemlerde yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve bu çalışmaların aralıksız devam etmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda en başta ele alınan unsur olan verim, genetik ve çevresel faktörlerden etkilenen karmaşık bir özellik olarak tanımlanmaktadır (Hossain et al., 2003). Soyada verimi oluşturan belli başlı öğeler bitki başına bakla sayısı, bakla başına tohum sayısı, tek bitki verimi ve bin tohum ağırlığıdır (Schuster, 1985). Ülkemizde soya fasulyesi bitkisinin genotiplerinin agronomik performanslarını belirlemek amacıyla farklı bölgelerde çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalarda, genellikle bitki boylarının 42.9-138.8 cm, dal sayılarının 1.6-4.8 adet bitki<sup>-1</sup>, bakla sayılarının 15.9-186 adet bitki<sup>-1</sup>, ilk meyve yüksekliklerinin 6.4-24.2 cm, bin tane ağırlıklarının

130-250 g, hasat indekslerinin %34.8-48, yağ oranlarının %17.4-24.9 ve dekara verimlerinin 134.2-506.4 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Boydak ve İşler, 1995; Çalışkan ve Arioğlu, 2004; Ünal, 2007; Yaver ve Paşa, 2009; Karaaslan ve ark., 2011; Kan ve ark., 2011; Karakuş ve ark., 2011; Kınacı, 2011). Bu çalışma ile Bingöl koşullarına uygun umut vadeden soya fasulyesi çeşitlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Bu çalışma 2012 yılında Bingöl ovasında kiralanan bir çiftçi tarlasında, 2014 yılında ise Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma uygulama Merkezi deneme alanında yürütülmüştür. Denemede materyal olarak Yemsoy, Türksöy, Nazlıcan, Yeşilsöy, Umut-2002, Erensoy, Cinsoy, Ataem-7, May 5312, Blaze, Nova ve Adasoy çeşitleri kullanılmıştır. 2012 yılında kurulan deneme alanı ekimler yapılmadan önceki 3-4 yıl yonca ekili olan bir arazi olup yonca tarlası bozulduktan sonra ekimler yapılmıştır. Bu alanının toprakları killi tekstürlü, hemen hemen düzden hafif eğimli yapıya kadar değişen bir topoğrafyaya sahiptir. Bingöl'deki topraklar heterojenlik göstermekle beraber genellikle hafif alkali (pH7.8), kireç oranı yüksek (%8.66), organik maddesi düşük (%0.63), düşük fosforlu (14.9 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), potasyumu yüksek (330 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O), demir yönünden çok yüksek (6.46 ppm), bakır (1.49 ppm), manganez (2.14 ppm) ve çinko (1.52 ppm) bakımından ise orta seviyededir (Anonim, 2012). 2014 yılında kurulan deneme alanının toprak özellikleri ise; taşlı ve tınlı topraklardan oluşmaktadır. Toprak, pH 6.37, tuz içeriği % 0.0315, organik madde % 1.905 ve % 0.36 kireç oranına sahiptir. Ayrıca da faydalanılabilir P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı 7.91 kg da<sup>-1</sup> ve K<sub>2</sub>O 24.51 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Anonim, 2014).

Çizelge 1. 2012 ve 2014 Yıllarında denemenin yürütüldüğü aylara ait bazı iklim verileri ve uzun yıllar ortalaması verileri  
Table 1. Some climatic data in 2012 and 2014 and long period

Aylar Months	Ort. sıcaklık (°C) Average temperature (°C)			Ort. nispi nem (%) Average relative humidity (%)			Toplam yağış (mm) Total precipitation (mm)		
	Yıllar / Years		Uzun yıllar	Yıllar / Years		Uzun yıllar	Yıllar / Years		Uzun yıllar
	2012	2014		2012	2014		2012	2014	
Mayıs May	16.9	17.2	16.2	56.5	52.1	54.2	65.5	63.2	74.8
Haziran June	24.7	22.3	22.3	33.1	36.9	42.7	11.0	25.9	21.0
Temmuz July	27.6	27.4	26.8	27.4	27.7	36.2	0.2	4.0	6.1
Ağustos August	27.2	27.7	26.4	26.8	24.5	35.6	0.6	0.9	4.4
Eylül September	22.6	21.0	21.0	29.3	36.5	41.5	0.8	63.7	13.7
Ekim October	16.3	13.9	14.0	52.3	62.4	58.0	62.1	87.3	70.2
Ort./Top. Average /Total	22.5	21.5	21.1	37.5	40.0	44.7	140.2	245	190.2

Kaynak: Bingöl İli Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Çizelge 1'in incelenmesinden görüleceği gibi uzun yıllar toplam yağış miktarı 190.2 mm'dir. 2012 yılında, Mayıs ve Ekim ayları boyunca düşen toplam yağış 140.2 mm'dir. Yetiştirme döneminde (Mayıs-Ekim) ortalama yağış miktarı 40.83 mm'dir. 2014 yılında, Mayıs ve Ekim ayları boyunca düşen toplam yağış 245 mm'dir. Yetiştirme döneminde (Mayıs-Ekim) ortalama yağış miktarı 40.83 mm'dir. Temmuz ve Ağustos aylarında yeterli yağışın olmaması nedeniyle bitkilerin gereksinim duyduğu su ihtiyacı sulama ile karşılanmıştır.

#### Metot

Her iki yılda da sonbaharda derin sürülerek kışa kesekli olarak bırakılan deneme alanı, ilkbaharda kültivatörle iki kez yüzlek sürüm yapılmış sonrasında diskaro geçirilerek tapan çekilmiş ve tohum yatağı hazırlanmıştır. Ekimden önce tabana 10 kg DAP (18-46-0) ve 10 kg kompoze gübre (15-15-15) dekara saf olarak 3.3 kg N, 6.1 kg P ve 1.5 kg K gelecek şekilde uygulanmıştır. Deneme, her iki yılda da Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parsel 4 m uzunluğunda ve 2.8 m genişliğinde olup parsel alanı 11.2 m<sup>2</sup>'dir. Parsellere sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 5 cm olacak şekilde ilk yıl 04.05.2012 ve ikinci yıl 09.05.2014 tarihlerinde 4-5 cm derinliğe el ile

ekim yapılmıştır. Bitkiler çıkışlarını tamamladıktan 9 gün sonra sıra üzeri mesafelerini 5 cm'e ayarlamak için elle seyreltme yapılmıştır. Yetiştirme sezonunda üst gübreleme olarak (çiçeklenme vaktinde) dekara 7 kg AN %33 gübresi kullanılmıştır. Yetiştirme sezonu boyunca damlama sulama yöntemiyle ihtiyaç nispetinde sulama yapılmıştır. Yabancı ot kontrolleri her iki yılda da elle yapılmıştır. Hasatta her parseldeki 4 sıranın kenarlarındaki birer sıra ve ortadaki sıraların baş kısımlarından 25'er cm kenar tesiri bırakılarak hasat edilmiş olup toplam hasat edilen her parsel alanı 4,9 m<sup>2</sup>'dir. Elde edilen veriler her parselin orta iki sırasından tesadüfen seçilen 10'ar bitki üzerinden belirlenmiştir. Dekara tohum verimleri orta iki sıradan alınan parsel verimleri üzerinden hesaplanmıştır.

İncelenen her bir özellik için, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre tek faktörlü planlanan denemede, elde edilen gözlem değerleri tek yönlü varyans analizine (ANOVA) göre "JMP 5.0" istatistik paket programı kullanılarak yapılmış olup, ortalamalar arasındaki farklar L.S.D testi ile karşılaştırılmıştır. Barlett homojenite testi (Yurtsever, 1984) analiz sonucuna göre yıllara ait varyanslar arasında farkların önemli çıkması sebebiyle birleşik analiz cihetine gidilmeden yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çizelge 2 den de görüleceği gibi 2012 ve 2014 yılları boğum sayısında varyans analiz sonuçlarına göre, çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve farklı gruplar oluşmuştur. 2012 yılında en fazla boğum sayısına sahip çeşit Adasoy (24.53 adet bitki<sup>-1</sup>) olurken

2014 yılında ise en fazla boğum sayısına sahip çeşit Ataem-7 (20.33 adet bitki<sup>-1</sup>) olmuştur. Çeşitler arasında meydana gelen bu farklılıklar, çeşitlerin genetik yapılarının farklı oluşundan kaynaklanabilir. Boğum sayısı, kullanılan çeşidin erkenci ya da geçici olmasına bağlı olarak farklılık arz etmektedir (Güneş, 2006).

Baklada tohum sayısında her iki yılda da istatistiksel önemli bir fark görülmemektedir. 2012 yılında en fazla baklada tohum sayısına sahip çeşit Nova (2.78 adet bakla<sup>-1</sup>) olurken 2014 yılında ise en fazla baklada tohum sayısına sahip çeşitler ise Nova ve Umut 2002 (2.83 adet bakla<sup>-1</sup>) olmuştur.

Dal sayısı bakımından her iki yılda da istatistiksel olarak önemli olduğu ve farklı gruplar oluştuğu görülmektedir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre dal sayısı 2012 yılında 1.16-3.80 adet bitki<sup>-1</sup>, 2014 yılında ise 1.06-3.70 adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. 2012 ve 2014 yıllarında en fazla dal sayısına sahip çeşit Nazlıcan (3.80 adet bitki<sup>-1</sup> - 3.70 adet bitki<sup>-1</sup>) olmuştur. Bulgularımız; her iki yılda da Çalışkan ve Arıoğlu (2004), Karaaslan ve ark. (2011) ve Kınacı (2011)'nin elde ettiği bulgularla benzerlik gösterdiği ve Yaver ve Paşa (2009) nın çalışmalarından düşük olduğu gözlemlenmiştir. Çeşitler içerisinde dal sayısı arasındaki farklar genotipik özelliklerden ve değişik çevre koşullarından farklı şekilde etkilenmelerinden kaynaklandığı sanılmaktadır.

Bakla sayısı bakımından her iki yılda da çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve farklı gruplar oluşmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre bakla sayısı 2012 yılında 32.17-72.10 adet bitki<sup>-1</sup>, 2014 yılında ise 19.46-35.80 adet bitki<sup>-1</sup> arasında

değiştiği tespit edilmiştir. 2012 yılında en fazla bakla sayısına sahip çeşit Yeşilsoy (72.10 adet bitki<sup>-1</sup>) olurken 2014 yılında ise en fazla bakla sayısına sahip çeşit Adasoy (35.80 adet bitki<sup>-1</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımız; 2012 yılı bakla sayısı bakımından Çalışkan ve Arıoğlu (2004), Ünal (2007), Karaaslan ve ark. (2011) ve Kınacı (2011)'nin yaptığı çalışmalarla benzerlik göstermekte ancak, 2014 yılı bakla sayısı değerlerinden yüksek çıktığı görülmektedir. Her iki yılda da Yaver ve Paşa (2009)'nin çalışmalarından düşük olduğu gözlemlenmiştir. Soya fasulyesinde bakla sayısı verimle yakın ilişkili olup, yüksek olması istenen bir kriterdir. Bakla sayısı, ekim zamanı ve çeşitlerin genetik yapıları ile değişebilmektedir (Yaver ve Paşa 2008). Soyada bakla sayısına birçok kültürel uygulamaların (bitki sıklığı, sulama, gübreleme vb.) etki edebileceği düşünülmektedir. Denememizdeki sonuçlar, iklimsel ve genotipik faktörlerden kaynaklanıyor olabilir.

Bitki boyu bakımından her iki yılda da çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve farklı gruplar oluşmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre bitki boyu 2012 yılında 79.37-126.07 cm, 2014 yılında ise 67.90-102.80 cm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. 2012 yılında en uzun bitki boyuna sahip çeşit Adasoy (126.07 cm) olurken 2014 yılında ise en uzun bitki boyuna sahip çeşit Adasoy (102.80 cm) olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımız; her iki yıl içinde Çalışkan ve Arıoğlu (2004), Ünal (2007), Yaver ve Paşa (2009)'nin yaptıkları çalışmalarla benzerlik, Karaaslan ve ark. (2011)'nin çalışmalarından düşük, Kınacı (2011)'nin çalışmasından yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü Bingöl'de iklim verileri (serin hava ve uzun yıllar ortalaması), bitkilerin vegetatif aksamdan, generatif aksama geçişini geciktirdiği düşünülmektedir. Bu durum bitkinin uzun süre vegetatif olarak büyüüp, bitki boyunun uzamasına etki ettiği sanılmaktadır. Ayrıca ekilen çeşitler arasında silajlık tiplerin bulunması da bitki boyunun farklı çıkmasının sebeplerinden olabilir.

Çizelge 2. Araştırmada incelenen soya çeşitlerinde boğum sayısı, baklada tohum sayısı, dal sayısı, bakla sayısı ve bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve LSD testine göre oluşan gruplar  
Table 2. Occurred groups according to LSD test of node number, seed number per pod, branche number, pod number, plant height in soybean cultivars

Çeşitler Varieties	Boğum sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> ) Node number (number plant <sup>-1</sup> )		Baklada tohum sayısı (adet bakla <sup>-1</sup> ) Seed number per pod (number pods <sup>-1</sup> )		Dal sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> ) Branche number (number plant <sup>-1</sup> )		Bakla sayısı (adet bitki <sup>-1</sup> ) Pod number (number plant <sup>-1</sup> )		Bitki Boyu (cm) Plant Height (cm)	
	2012	2014	2012	2014	2012	2014	2012	2014	2012	2014
Ataem-7	22.20bc	20.33 a	2.65	2.70	2.63d	1.06c	47.67c	27.40 bcd	111.10bcd	97.50 ab
Yemsoy	22.43bc	16.90 bcd	2.63	2.46	2.40d	2.50 b	53.67b	19.46e	114.97abc	91.40 bc
Yeşilsoy	23.33ab	17.66 b	2.57	2.36	1.16f	1.20c	72.10a	35.03 a	122.50ab	102.20 a
Adasoy	24.53a	17.76 b	2.59	2.63	1.60ef	1.70c	51.53bc	35.80 a	126.07a	102.80 a
Cinsoy	20.33de	16.33 bcd	2.75	2.70	3.23bc	3.10 ab	51.67bc	24.40 cde	87.40ef	80.56 de
Blaze	18.47fg	15.26 d	2.77	2.76	3.30b	2.63 b	32.17f	22.66 de	79.37f	67.90 f
Nova	18.50fg	17.56 b	2.78	2.83	3.27b	2.73 b	50.90bc	27.10 bcd	98.73de	89.33 bcd
May 5312	17.40g	15.63 cd	2.78	2.66	2.67d	2.76b	32.90ef	30.20 ab	82.87f	71.80 ef
Erensoy	21.63cd	17.43 b	2.47	2.43	1.80e	1.73 c	41.47d	29.26 bc	114.37abc	97.10 ab
Türksoy	19.57ef	15.46 d	2.47	2.70	1.30f	1.50 c	41.93d	24.40 cde	119.03ab	89.63 bcd
Umut 2002	22.47bc	17.76 b	2.43	2.83	2.77cd	2.70 b	42.53d	22.40 de	113.27bc	94.50 abc
Nazlıcan	20.13def	17.23 bc	2.67	2.23	3.80a	3.70 a	37.83de	20.10 e	102.70cd	85.56 cd
L.S.D (%0.5)	1.68	1.74	Ö.D.	Ö.D.	0.47	0.75	5.03	5.73	12.46	9.37

Çizelge 3. Araştırmada incelenen soya çeşitlerinde ilk meyve yüksekliği, bin tane ağırlığı, dekara verim, hasat indeksi, yağ oranına ilişkin ortalama değerler ve LSD testine göre oluşan gruplar  
Table 3. Occured groups according to LSD test of first pod height, 1000 seed weight (g), seed yield, harvest index, oil rate in soybean cultivars

Çeşitler Varieties	İlk meyve yüksekliği (cm) First pod height (cm)		Bin tane ağırlığı (g) 1000 Seed weight (g)		Dekara verim (kg da <sup>-1</sup> ) Seed yield(kg da <sup>-1</sup> )		Hasat indeksi (%) Harvest index(%)		Yağ Oranı (%) Oil Rate (%)	
	2012	2014	2012	2014	2012	2014	2012	2014	2012	2014
Ataem-7	30.17 cd	31.23 a	152.16 abc	102.53 c	195.23 def	96.08 bcd	47.20 bc	24.76 fg	16.71 cd	13.42 c
Yemsoy	40.30 a	28.26 ab	126.26 fg	118.81 b	232.63 ab	112.63 a	39.80 d	28.62 def	17.25 bc	17.27 a
Yeşilsoy	31.23 cd	30.13 ab	129.30 efg	120.57 ab	239.10 a	97.85 bcd	48.47 bc	31.86 cd	18.78 a	12.88 cd
Adasoy	24.67 e	22.43 cd	117.10 g	104.57 c	181.00 f	99.68 bc	31.80 e	31.43 cd	17.85 ab	12.99 cd
Cinsoy	29.23 d	23.96 c	121.80 fg	104.97 c	213.70 bcd	81.43 f	55.93 a	37.31 b	15.19 e	12.09 d
Blaze	23.27 ef	19.63 d	142.03 bcd	108.26 c	182.60 ef	92.67 de	48.47 bc	43.30 a	17.16 bc	16.13 b
Nova	22.27 ef	20.80 cd	133.53 def	100.71 c	193.16 ef	95.59 cde	51.40 ab	26.67 efg	16.00 de	16.76 ab
May 5312	22.07 f	13.66 e	122.06 fg	103.02 c	180.33 f	89.19 e	51.43 ab	42.42 a	16.73 cd	17.06 ab
Erensoy	32.10 c	23.43 c	153.43 ab	128.18 a	216.87 bc	76.92 f	45.40 bcd	29.08 de	12.79 f	12.46 cd
Türksoy	32.57 bc	27.30 b	126.93 fg	125.53 ab	201.30 cde	74.72 f	52.20 ab	35.29 bc	17.32 bc	17.61 a
Umut 2002	34.70 b	30.66 a	156.96 a	125.04 ab	128.23 g	102.50 b	32.47 e	24.08 g	13.33 f	13.17 c
Nazlıcan	31.60 cd	28.66 ab	141.06 cde	125.43 ab	191.57 ef	79.66 f	42.93 cd	33.34 c	15.78 de	17.09 ab
L.S.D (%0.5)	2.43	3.20	12.22	8.48	19.47	6.77	7.23	3.89	0.99	1.01

İlk meyve yüksekliği bakımından her iki yılda da çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve farklı gruplar oluşmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre ilk meyve yüksekliği 2012 yılında 22.07-40.30 cm, 2014 yılında ise 13.66-31.23 cm arasında değiştiği gözlemlenmiştir. 2012 yılında en yüksek ilk meyve yüksekliğine sahip çeşit Yemsoy (40.30 cm), 2014 yılında ise en yüksek ilk meyve yüksekliğine sahip çeşit Ataem-7 (31.23 cm) olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımız; Çalışkan ve Arıoğlu (2004), Ünal (2007), Karaaslan ve ark. (2011), Kınacı (2011)'nin yaptıkları çalışma sonuçlarından yüksek olduğu gözlemlenmiştir. İlk meyve yüksekliğine ait değerler arasındaki farklılıklar, ana ürün veya ikinci ürün koşullarında ve değişik ekolojik koşullarda yürütülmesi, çeşitlerin farklı genetik yapıda olması ve farklı kültürel yöntemlerin uygulanmasından kaynaklı olabilir.

Bin tane ağırlığı bakımından her iki yılda da çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve farklı gruplar oluşmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre bin tane ağırlığı 2012 yılında 117.10-156.96 g, 2014 yılında ise 100.71-128.18 g arasında değiştiği gözlemlenmiştir. 2012 yılında en yüksek bin tane ağırlığına sahip çeşit Umut 2002 (156.96 g), 2014 yılında ise en yüksek bin tane ağırlığına sahip çeşit Erensoy (128.18 g) tespit edilmiştir. Bulgularımız; her iki yıl içinde Ünal (2007), Yaver ve Paşa (2009), Karaaslan ve ark. (2011), Kınacı (2011) ve Çalışkan ve Arıoğlu (2004)'nin yaptıkları çalışma sonucundan düşük çıkmıştır. Bu sonuç; çeşitlerin genetik yapılarının farklı olmasından kaynaklanabilmektedir. Soya fasulyesinde tohum iriliği genotiplere göre önemli derecede değişiklik gösterebilen bir özelliktir. Sarımehmetoğlu (2006), Acar ve ark. (2007) yapmış olduğu çalışmada, soyada bin tohum ağırlığının 107.2-202.6 g arasında değişebileceğini ifade ederken, Ünal (2007) bin tohum ağırlığının verim üzerine etkili olduğunu, bununla birlikte özellikle sıcak dönemlerde ve olumsuz bakım koşullarında bitkilerin erken olgunlaşmasından dolayı tohumların bin tohum ağırlıklarının düşük

olabileceğini bildirmişlerdir.

Dekara verim bakımından her iki yılda da çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve farklı gruplar oluşmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre dekara verim 2012 yılında 128.23-239.10 kg da<sup>-1</sup>, 2014 yılında ise 74.72-112.63 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği gözlemlenmiştir. 2012 yılında en yüksek verime sahip çeşit Yeşilsoy (239.10 kg da<sup>-1</sup>), 2014 yılında en yüksek verime sahip çeşit Yemsoy (112.63 kg da<sup>-1</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımız; Boydak ve İşler (1995), Çalışkan ve Arıoğlu (2004), Ünal (2007), Yaver ve Paşa (2009), Karaaslan ve ark. (2011), Kınacı (2011), Karakuş ve ark. (2011), Kan ve ark. (2011)'nin yaptıkları çalışma sonucundan düşük çıkmıştır. Bu durum yapılan araştırmaların farklı bölgelerde, farklı iklim şartlarında, farklı kültürel uygulamalarının uygulanmasından ve çeşitlerin genetik özelliklerinin farklılıklar göstermesinden kaynaklanabilmektedir.

Hasat indeksi bakımından her iki yılda da çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve farklı gruplar oluşmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre hasat indeksi 2012 yılında % 31.80-55.93, 2014 yılında ise %24.08-43.30 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. 2012 yılında en yüksek hasat indekse sahip çeşit Cinsoy (%55.93), 2014 yılında en yüksek hasat indekse sahip çeşit ise Blaze (%43.30) olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımız; Boydak ve İşler (1995) ve Çalışkan ve Arıoğlu (2004)'nin yaptıkları çalışma sonuçları 2012 yılı ile benzerlik gösterirken, 2014 yılından yüksek olduğu görülmüştür. Araştırmalarda belirtilen hasat indeksine ait değerler arasındaki farklılıkların, denemelerde ele alınan farklı olgunlaşma grubundaki soya çeşitlerinin, değişik ekim zamanlarında büyüme ve gelişmelerinde ortaya çıkan gelişme farklılıklarının bitki sap ve tohum verimini değişik oranlarda etkilemesinden kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir.

Yağ oranı bakımından her iki yılda da çeşitler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiş ve farklı gruplar oluşmuştur. Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre yağ oranı 2012 yılında %12.79-18.78, 2014 yılında ise

%12.09-17.61 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. 2012 yılında en yüksek yağ oranına sahip çeşit Yeşilsoy (%18.78), 2014 yılında ise en yüksek yağ oranına sahip çeşit Türksoy (%17.61) olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımız; Çalışkan ve Arioğlu (2004), Ünal (2007), Karaaslan ve ark. (2011), Kan ve ark. (2011) ve Kınacı (2011)'nin yaptıkları çalışma sonuçlarından düşük çıkmıştır. Bu değerler kullanılan çeşitler arasındaki genetik farklılık ve araştırmaların değişik ekolojik koşullarda yürütülmesinden kaynaklanmış olabilir. Çalışmamızda yağ oranlarının genel olarak düşük çıkması Bingöl ilinin rakımının 1150 m olması ve soyanın sıcaklık isteğini yeterince karşılayamamasından kaynaklanıyor olabilir.

## Sonuçlar

Yaptığımız bu araştırma neticesinde 1000 m yükseklikten daha üst rakımlarda soya fasulyesinin rahatlıkla yetişebildiği fakat tüm diğer ürünlerde olduğu gibi dekara verim ve yağ oranı açısından önemli düşüşler olduğu tespit edilmiştir. Şayet Bingöl ilinde ve bu ekolojiye yakın yerlerde soya tarımı yapılması düşünülürse o bölgede ekilebilecek diğer ürünlerle kıyaslama yapıp ihtiyaç ve ekonomiklik durumu göz önüne alınarak Yeşilsoy ve Yemsoy soya çeşitlerinden birisi tercih edilmelidir.

## Ekler

Bu makalenin 2012 yılı verileri Ferat ACAR'ın yüksek lisans tezinden alınmıştır.

## Kaynaklar

- Acar, M., Dok, M., Gizlenci, Ş. & Özçelik, H. (2007). Karadeniz Sahil ve İç Geçit Bölgelerde Soya Üretiminin Geliştirilme İmkanları. *1.Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu*. Poster Bildiriler Kitabı. 28-31 Mayıs, Samsun, s. 79-84.
- Anonim (2012). Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Toprak Analiz Laboratuvarı.
- Anonim (2014). Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Toprak Analiz Laboratuvarı.
- Arioğlu, H.H. (2007). *Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı*. Genel Yayın No:220, Ders Kitapları Yayın No: A-70. Adana, s. 204.
- Boydak, E. & İşler, N. (1995). Şanlıurfa Koşullarında II. Ürün Olarak Bazı Soya Çeşitlerinin Dört Farklı Sıra Arasında

- Önemli Tarımsal Karakterlerinin ve Veriminin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(3): 67-80.
- Çalışkan, S. & Arioğlu, H.H. (2000). Amik Ovası Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Soya Çeşit ve Hatlarının Belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1-2): 23-32.
- Güneş, A. (2006). İkinci Ürün Soya [*Glycine max* (L.) Meril] Tarımında Farklı Azot Doz ve Uygulama Zamanlarının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 60s.
- Hossain, M.A., Rahman, L. & Shamsuddin, A.K.M. (2003). Genotype-Environment Interaction and Stability Analysis in Soybean. *Journal Of Biological Sciences* 3 (11): 1026-1031.
- JUMP 5.0.1. 1989. A Business Unit Of SAS Copyright, 1989 – 2002 SAS Institute Inc., <http://www.jmp.com>
- Kan, A., Çelik, S.A., Çoksarı, G. & Üstün, A. (2011). Farklı Soya Fasulyesi Çeşit ve Çeşit Adaylarının İç Anadolu Bölgesi Ekolojik Koşullarında Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi*, 12-15 Eylül, Bursa. Cilt II, s. 1056-1059.
- Karakuş, M., Arslan, H., Hatioğlu, H. & Rasgeldi, H. (2011). Harran Ovası Koşullarına Uygun Ana ve İkinci Ürün Soya Hat ve Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi*. 12-15 Eylül, Bursa. Cilt II, s. 1064-1067.
- Karaslan, D., Hatipoğlu, A., Aytaç, S., Nazlıcan, N.A. & Arslan, A. (2011). Diyarbakır Koşullarında Soya Tarımına Uygun Yüksek Performanslı Yeni Hatların Belirlenmesi. *Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi*, 12-15 Eylül, Bursa. Cilt II, s. 864-869.
- Kınacı, M. (2011). Çanakkale Koşullarında Soya Fasulyesi Çeşitlerinin Verim ve Bazı Kalite Unsurlarının Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 69s.
- Okçu, M., Tozlu, E., Pehlivan, M., Kaya, C., Kumlay, M. & Dizikisa, T. (2007). Erzurum Pasinler Ekolojik Şartlarında Farklı Soya Fasulyesi (*Glycine max* L.) Çeşitlerinin Uyumu Üzerine Bir Araştırma. *1. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu*. Sunulu Bildiriler Kitabı. 28-31 Mayıs, Samsun. s. 219-224.
- Sarımehtemoğlu, O. (2006). Çukurova Bölgesi Çiftçi Koşullarında Yetiştirilen Soya Ürününde Bazı Önemli Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 74s.
- Schuster, W. (1985). Lehrbuch Der Züchtung Landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. *Spezieller Teil Band 2*: 175-185.
- Ünal, İ. (2007). Melezleme Yöntemiyle Elde Edilen Soya [*Glycine max* (L.) Merr.] Hatlarının Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 54s.
- Yaver, S., & Paşa, C. (2009). Tekirdağ Koşullarındaki Bazı Soya Çeşitlerinin Verim Kriterleri Üzerine Bir Araştırma. *VIII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 19-22 Ekim, Hatay. Cilt I, s. 197-200.
- Yurtsever, N. (1984). *DeneySEL İstatistik Metotları*. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Yayın No:121/56, Ankara.



# Bazı durum buğday çeşitlerinin kurağa mukavemet yönünden toprak altı ve üstü organlarının incelenmesi

## *Examining the effect of drought stress on above and ground parts of some durum wheat cultivars at different development stages*

Nefise EREN ÜNSAL<sup>1\*</sup> , Mehmet Hanif TÜRKER<sup>1</sup> , Gökhan AKKAYA<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

### To cite this article:

Ünsal Eren, N., Türker, M.H. & Akkaya, G. (2018). Bazı durum buğday çeşitlerinin kurağa mukavemet yönünden toprak altı ve üstü organlarının incelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 551-559. DOI: 10.29050/harranziraat.341416

### Address for Correspondence:

Nefise EREN ÜNSAL

### e-mail:

neferen@harran.edu.tr

### Received Date:

03.10.2017

### Accepted Date:

12.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Bu çalışma, Şanlıurfa'da 2013 – 2014 yetiştirme sezonunda, iki farklı sulama koşulunda (saksılara normal ve kuraklık uygulayarak) yürütülmüş olup, 10 farklı makarnalık buğday çeşidinin, iki farklı gelişme dönemlerinde (Zadoks skalasına göre 30. ve 39. dönem) kurağa mukavemet bakımından toprak altı ve toprak üstü organlarındaki değişim aralıklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, fide boyu 48.4 -59.7 cm, kök boyu 27.1 -30.4 cm, yeşil aksam yaş ağırlığı 50.6-79.2 g, yeşil aksam kuru ağırlığı 11.8-28.6 g, kök yaş ağırlığı 17.1-40.0 g, kök kuru ağırlığı 7.4-12.9 g ve kök/fide oranı % 0.5-0.9 değerleri arasında bulunmuştur. Bu çalışmada ele alınan tüm özellikler yönünden çeşitler arasında 0.01 seviyesinde önemli farklılıklar bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday, Kuraklık, Yetiştirme dönemi, Fide, Kök,

### ABSTRACT

This study was carried out in Şanlıurfa, 2013-2014 growing season by applying two different irrigation methods (using normal and drought stressed in pots) and the aim of the study was to examine the time changes on above and ground parts of drought resistant related characters in 10 different durum wheat cultivars at two different development stages (based on Zadoks scale of 30 and 39<sup>th</sup> periods). In the study, the following results were obtained: seedling height ranged from 48.4 -59.7 cm, root length from 27.1 -30.4 cm, above biomass weight from 50.6-79.2 g, above biomass dry weight from 11.8-28.6 g, root weight from 17.1-40.0 g, root dry weight from 7.4-12.9 g and root/seedling ratio from 0.5-0.9 %. All of the characters examined in this study were statistically significant (P<0.01).

**Key Words:** Wheat, Drought, Growing period, Seedling, Root,

## Giriş

Günümüz koşullarında, bitkisel üretimi artırmada başarıya ulaşmanın tek yolu arzu edilen kalitede birim alan veriminin artırılmasıdır. Bu amaçla ıslahçılar, yıllardan beri sayısız çalışmalar yapmışlar ve üstün verim potansiyeline sahip çeşitler geliştirmişlerdir. Ancak, yeni geliştirilen çeşitler her ekolojide aynı performansı gösterememektedirler. Özellikle iklimi çok soğuk

ve kurak geçen ekolojilerde beklenen verim alınamamaktadır. Büyük oranda genetik yapıya bağlı olan kışa ve kurağa dayanıklılık, kışları soğuk geçen yerlerde kışlık tahıl üretimini sınırlandırmaktadır. Yalnızca kışa ve kurağa dayanıklı çeşitlerin ıslah edilmesi birim alan veriminin artırılması için, mukavemet ve verim açısından üstün çeşitlerin kullanılması yanında, ekim zamanı, ekim sıklığı, gübre verme zamanı ve miktarı gibi yetiştirme teknikleri de yeterli

düzyeyde yapılacak araştırmalar sonucu elde edilen bilgiler çerçevesinde üretime geçirilmesiyle sağlanmalıdır.

Çevresel streslerden kuraklık, dünyadaki tarım alanlarının büyük bir bölümünde bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli faktördür. Kuraklık, genel anlamda meteorolojik bir olgu olup, toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemdir. Yağışsız dönemin kuraklık oluşturması; toprağın su tutma kapasitesi ve bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapotranspirasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Kozłowski and Pallardy, 1997). Serin iklim tahıllarında kuraklığa dayanıklılık, bitkilerin köklerini çok derine indirebilmeleriyle doğru orantılıdır.

Bu araştırmada, ele alınan buğday genotiplerinin farklı gelişme dönemlerinde toprak altı ve toprak üstü organlarındaki bazı kurağa dayanıklılık karakterlerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma şanlıurfa'da 2013–2014 yetiştirme sezonunda gerçekleştirilmiş olup, şanlıurfa ili buğday tarımında en çok tercih edilen 10 adet makarnalık buğday çeşidi çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Bu çeşitler; Fırat-93, Sarıçanak-98, Harran-95, Ceylan-95, Svevo, Zenith, Burgos, Akçakale-2000, Özberk ve Fuatbey-2000 olarak sıralanabilir.

Araştırmada kullanılacak saksılar (ağız çapı 22 cm, taban çapı 16 cm ve boyu 19 cm) tarla toprağıyla doldurulmuştur. Saksılara toplamda 16 kg da<sup>-1</sup> azot ve 8 kg da<sup>-1</sup> fosfor düşecek şekilde ekimle birlikte kompoze (20-20-0) gübre ve üst gübre olarak 8 kg da<sup>-1</sup> azot gelecek şekilde Üre (%33) gübresinden, kardeşlenme döneminde verilmiştir. Saksılara ekimden önce tarla kapasitesinde sulama yapılarak ve her çeşitten

tohumlar, 4 cm derinliğinde, her saksıya 10 adet olacak şekilde ekim yapılmıştır. Çıkıştan sonra saksıdaki bitki sayısı 5'e düşürülmüştür.

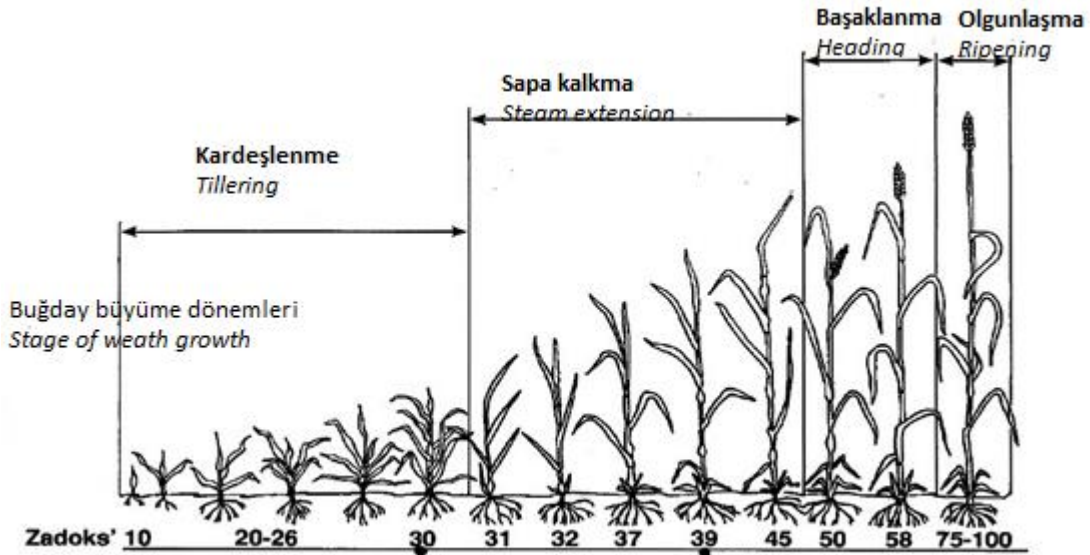
Serada (sadece yağmur girişine engel olmak için üstü şefaf materyalle kaplı yan tarafları açık) 3 tekerrürlü olarak ve saksı başına 5 bitki kalacak şekilde ekilen genotipler, 15 gün süreyle normal büyüme koşullarına tabi tutulduktan sonra, bitkiler kuraklık uygulamasına tabi tutulmuştur. Sulama uygulamaları önce saksıda su sızıcaya kadar su verilmiştir ve daha sonra su sızıntısı kesildikten sonra saksılar tartılarak ve sulu saksı ağırlığından kuru saksı ağırlığı çıkarılarak saksıların alabileceği toplam su hesaplanmıştır.

Daha sonraki uygulamalarda belli aralıklarda ekim yapılan saksıların ağırlığı kadarki ağırlıktaki şahit saksılar (4 şahit saksı) tartılarak eksilen suyun tamamı kadar saksılara su ilave edilerek (tam su) 15 gün süreyle normal büyüme koşullarına tabi tutulduktan sonra stres oluşturulacak saksılara ise şahit saksılarda eksilen suyun %50'si uygulanarak kuraklık oluşturulmuştur.

Saksılardaki bitkiler sapa kalkma devresinden önce ve başaklanma öncesi gelişim dönemlerinde kökleri ile birlikte sökülerek bir elek üzerinde su ile yıkanıp temizlenmesi yapılmıştır. Laboratuvara getirilen bitki örneklerine göre aşağıdaki gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Söküm zamanları;

1. Söküm Zamanı: Zadoks skalasına göre 30.dönem
2. Söküm Zamanı: Zadoks skalasına göre 39.dönem

Araştırmada incelenen faktörler bakımından muameleler arası (Çeşit–söküm zamanı) farklılığın belirlenmesinde Tesadüf Parsellerinde 3 Faktörlü Faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ve ortalamalar da TUKEY çoklu karşılaştırma yöntemine göre test edilmiştir.



Şekil 1. Zadoks skalası (Zadok ve ark., 1974)

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Yapılan araştırmada fide boyu (cm), kök boyu (cm), yeşil aksam yaş ağırlığı (g), yeşil aksam kuru ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g) ve kök/fide oranı (%) gibi özellikler incelenmiştir. Yapılan analizlerde incelenen tüm özellikler istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Çalışmada, tam ve yarım sulama uygulamaları arasında ve gelişme dönemlerinde önemli bir farklılık tespit edilmiştir. Kök/fide oranına ait Sulama\*Yet.dönemi interaksyonu istatistiki olarak önemsiz bulunurken, bunun dışındaki tüm interaksyonlar da 0.01 düzeyinde önemli olarak bulunmuştur.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi fide boyu en yüksek değeri Harran-95 çeşidinin 1. sulama uygulamasından elde edilirken, en düşük değeri Özberk çeşidinin 2. sulama uygulamasından elde edilmiştir. 1. sulama uygulamasında 59.18 cm, 2. sulama uygulamasında 48.33 cm olarak tespit edilmiştir. Değerler Clarke(1982), Göksoy ve Turan (1991), Gupta ve ark. (2001) ve Ehdai ve ark. (2006)’nın elde ettikleri bulgularla örtüşmektedir.

Kök boyu değerleri incelendiğinde ise en yüksek değeri Özberk çeşidinin 1. sulama uygulamasından elde edilirken, en düşük değeri Özberk çeşidinin 2. sulama uygulamasından elde edilmiştir. 1. sulama uygulamasında 31.1 cm, 2. sulama uygulamasında 26.2 cm olarak tespit edilmiştir

(Çizelge 2). Sonuçlar Gregory ve Brown (1987), Saidi ve ark. (2008), Tonk ve ark. (2009) ve Khakwani ve ark. (2011)’nin elde ettikleri bulgularla örtüşmektedir.

Çizelge 3 incelendiğinde yeşil aksam yaş ağırlığında en yüksek değeri Burgos çeşidinin 1. sulama uygulamasından elde edilirken, en düşük değeri Svevo çeşidinin 2. sulama uygulamasından elde edilmiştir. 1. Sulama uygulamasında 82.33 g, 2. Sulama uygulamasında 42,6 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Değerler Ehdai ve ark. (2006) ve Khakwani ve ark. (2011)’nin elde ettikleri bulgularla örtüşmektedir.

Yeşil aksam kuru ağırlığında ise en yüksek değeri Fuatbey-2000 çeşidinin 1. sulama uygulamasından elde edilirken, en düşük değeri Sarıçanak-98 çeşidinin 2. sulama uygulamasından elde edilmiştir. 1. Sulama uygulamasında 31.23 g, 2. sulama uygulamasında 14.45 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Sonuçlar Khakwani ve ark. (2011)’nin elde ettikleriyle uyum içindedir.

Kök yaş ağırlığında en yüksek değeri Fırat-93 çeşidinin 1. sulama uygulamasından elde edilirken, en düşük değeri Burgos çeşidinin 2. sulama uygulamasından elde edilmiştir. 1. sulama uygulamasında 38.87 g, 2. sulama uygulamasında 19.33 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Değerler Dhanda ve ark. (2004), Saidi ve ark. (2008), Tonk ve ark (2009) ve Shamsi ve Kobraee (2011)’nin elde ettikleri bulgularla örtüşmektedir.

Çizelge 1. İncelenen özelliklere ilişkin varyans analiz sonuçları (Kareler ortalaması)

Table 1. Variance analysis results of studied properties (Mean of squares)

Varyasyon kaynağı <i>Variation source</i>	Fide boyu (cm) <i>Seedling height (cm)</i>	Kök boyu (cm) <i>Root length (cm)</i>	Yeşil aksam yaş ağırlığı (g) <i>Biomass humid weight (g)</i>	Yeşil aksam kuru ağırlığı (g) <i>Biomass dry weight (g)</i>	Kök yaş ağırlığı (g) <i>Root humid weight (g)</i>	Kök kuru ağırlığı (g) <i>Root dry weight (g)</i>	Kök/fide oranı (%) <i>Root / seedling rate (%)</i>
Çeşitler <i>Varieties</i>	100.68**	13.35**	699**	293.37**	486.7**	35.57**	0.16**
Sulama <i>Irrigation</i>	3534.93**	709.17**	47343**	8440.34**	11450.4**	1392.03**	0.08**
Yet. dönemi <i>Growing period</i>	8880.36**	23.87**	306413**	13219.5**	57794.4**	537.59**	8.39**
Çeşitler*sulama <i>Varieties*irrigation</i>	58.98**	45.19**	241**	87.38**	152.7**	23.06**	0.05**
Çeşitler*yet.dönemi <i>Varieties* growing period</i>	22.72**	43.55**	558**	283.99**	426.7**	28.43**	0.08**
Sulama*yet.dönemi <i>Irrigation* growing period</i>	505.53**	39.76**	29570**	1878.63**	6326.4**	27.37**	0.02
Çeşitler*sulama*yet. dönemi <i>Varieties*irrigation*grow. per.</i>	16.63**	63.07**	283**	52.97**	101.8**	27.98**	0.06**
Hata <i>Error</i>	1.45	1.29	1.0	0.72	1.6	0.33	0.01
DK % <i>CV %</i>	2.23	3.9	1.6	3.7	4.3	6.1	15.5

\*\* : 0.01 seviyesinde önemli \*\*significant at 0.01

Çizelge 2. Fide boyu ve kök boyuna ilişkin çeşit ortalamaları ve gruplar  
Table 2. Averages and groups of seedling height and root length

Çeşitler Varieties	Fide boyu (cm) Seedling height					Kök boyu (cm) Root length				
	Sulama Irrigation		Yetiştirme dönemi Growing per.		Ort. Mean	Sulama Irrigation		Yetiştirme dönemi Growing per.		Ort. Mean
	%100	%50	Zadox 30	Zadox 39		%100	%50	Zadox 30	Zadox 39	
Özberk	60.1 c	45.7 ı	43.0 ij	62.8 bc	52.9 def	36.1 a	22.9 k	31.5 ab	27.5 f-ı	29.5 ab
Fırat-93	57.2 d	47.6 f-ı	44.1 hı	60.7 cd	52.4 ef	31.1 bc	28 d-h	30.7 a-e	28.5 e-h	29.6 ab
Sarıçanak-98	59.2 cd	49.5 fg	47.5 g	61.2 c	54.4 bcd	30.7 bc	27.5 f-ı	30.9 a-d	27.2 ghı	29.1 abc
Fuatbey-2000	59.8 c	49.2 fg	44.6 hı	64.4 b	54.5 bcd	30.5 bcd	24.1 jk	25.5 ij	29 c-g	27.3 d
Harran-95	66.8 a	52.5 e	51.9 f	67.4 a	59.7 a	27.9 e-h	28.9 c-g	29.1 b-g	27.8 f-ı	28.4 bcd
Akçakale-2000	63.4 b	47.6 fgh	46 gh	65.0 ab	55.5 b	31.2 bc	29.6 c-f	29.8 b-f	30.9 a-d	30.4 a
Ceylan-95	54.6 e	48.4 fgh	44.5 hı	58.5 d	51.5 f	30.6 bc	23.6 jk	26.2 hij	28.1 fgh	27.1 d
Burgos	57.9 cd	49.5 fg	44.2 hı	63.2 bc	53.7 cde	32.6 b	25.8 hij	26.1 hij	32.3 a	29.2 abc
Zenith	49.9 f	47.0 ghı	41.5 j	55.4 e	48.5 g	29.9 cde	26.7 ghı	27.9 fgh	28.7 d-g	28.3 bcd
Svevo	63.0 b	46.3 hı	44.3 hı	64.9 ab	54.6 bc	30.4 bcd	28.5 ijk	24.5 j	31.2 abc	27.8 cd
Ort. Mean	59.1 A	48.33 B	45.1 B	62.36 A		31.1 A	26.2 B	29.1 A	28.2 A	
LSD <sub>0.05</sub> :	10.86		17.2			4.86		0.89		

Çizelge 3. Yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığına ilişkin ortalamalar ve gruplar  
Table 3. Averages and groups of wet and dried weight of biomass

Çeşitler Varieties	Yeşil aksam yaş ağırlığı (g) Humid weight of biomass					Yeşil aksam kuru ağırlığı (g) Dry weight of biomass				
	Sulama Irrigation		Yetiştirme dönemi Growing per.		Ort. Mean	Sulama Irrigation		Yetiştirme dönemi Growing per.		Ort. Mean
	%100	%50	Zadox 30	Zadox 39		%100	%50	Zadox 30	Zadox 39	
Özberk	79.4 e	42.3 jkl	12 ij	109.7 d	60.8 cd	31.9 d	12.9 j	9.7 jk	35.2 d	22.4 d
Fırat-93	77.8 f	43.1 j	13.2 ı	107.7 e	60.4 de	36.9 ab	14.1 ij	15.2 g	35.8 cd	25.5 c
Sarıçanak-98	91.6 c	42.6 jk	12.3 ij	121.9 b	67.1 b	15.1 ı	8.6 l	14.8 gh	8.9 kl	11.8 g
Fuatbey-2000	61.2 h	40 m	12.7 ı	88.4 g	50.6 g	38.7 a	15.6 ı	12.8 ı	41.1 a	26.9 b
Harran-95	93.5 b	41.8 jkl	11.9 ij	123.3 b	67.6 b	34.5 c	17.4 h	14.3 ghı	37.6 bc	25.9 bc
Akçakale-2000	81.4 d	41.6 jkl	12.5 ij	110.5 d	61.5 c	36.6 b	14.4 ij	13.3 hı	37.7 b	25.5 c
Ceylan-95	77.9 ef	41.3 klm	8.5 l	110.7 d	59.6 e	27.3 ef	13.7 ij	9.2 jkl	31.8 e	20.5 e
Burgos	104.1 a	54.4 ı	15.6 h	142.9 a	79.2 a	36.6 b	20.5 g	15.6 g	41.5 a	28.6 a
Zenith	81.4 d	41 lm	9.8 kl	112.6 c	61.2 cd	25.8 f	10.9 k	7.8 l	28.9 e	18.3 f
Svevo	75.1 g	37.9 n	10.9 jk	102.1 f	56.5 f	28.8 e	17 h	10.9 j	34.9 d	11.8 g
Ort. Mean	82.33 A	42.6 B	11.93 B	112.99 A		31.23 A	14.45 B	12.35 B	33.34 A	
LSD <sub>0.05</sub>	39.75		101.06			16.77		20.99		

Çizelge 4. Kök yaş ve kuru ağırlığına ilişkin ortalamalar ve gruplar  
Table 4. Averages and groups of humid and dry weight of root

Çeşitler Varieties	Kök yaş ağırlığı (g) Humid weight of root					Kök kuru ağırlığı (g) Dry weight of root				
	Sulama Irrigation		Yetiştirme dönemi Growing per.		Ort. Mean	Sulama Irrigation		Yetiştirme dönemi Growing per.		Ort. Mean
	%100	%50	Zadox 30	Zadox 39		%100	%50	Zadox 30	Zadox 39	
Özberk	39.6 cd	18.9 jk	7 ij	51.5 d	29.3 e	9.2 f	5.7 hij	3.4 m	11.4 de	7.4 f
Fırat-93	54.2 a	25.9 g	10.3 h	69.8 a	40 a	17.2 a	8.6 f	9 ghı	16.7 a	12.9 a
Sarıçanak-98	30.4 f	18.6 jk	5,3 jk	43.6 e	24.5 g	12.1 de	3.8 k	7.2 k	8.6 ij	7.9 f
Fuatbey-2000	34.9 e	18.4 k	8.3 hı	44.9 e	26.6 f	12.5 d	6.9 g	6.9 k	12.5 bcd	9.7 cde
Harran-95	46.3 b	21.1 ij	3.9 k	63.4 b	33.7 b	14.7 b	4.9 jk	9.5 f-ı	10.1 fg	9,8 cd
Akçakale-2000	44.3 b	22.5 hı	8.9 hı	57.8 c	33.4 bc	16.6 a	5.6 hij	10.7 ef	11.5 cde	11.1 b
Ceylan-95	41.4 c	19.8 jk	8h ı	53.2 d	30.6 de	13.9 bc	6.9 g	7.5 jk	13.3 b	10.4 bc
Burgos	38 d	10.3 m	10. 3h	37.9 f	24.2 g	11.2 e	6.7 gh	8.7 hij	9.2 ghı	9 e
Zenith	39.6 cd	23.9 gh	5.2 jk	58.3 c	31.7 cd	12.9 cd	5.3 ij	5.6 l	12.7 bc	9.1 de
Svevo	20 ijk	14.1 l	4.3 k	29.8 g	17.1 h	8.6 f	6.2 ghı	4.9 l	9.8 fgh	7.4 f
Ort Mean	38.87 A	19.33 B	7.15 B	51.05 A		12.88 A	6.07 B	7.36 B	11.59 A	
LSD <sub>0,05</sub>	19.53		43.89			6.81		4.23		

Kök kuru ağırlığında ise en yüksek değer Akçakale-2000 çeşidinin 1. sulama uygulamasından elde edilirken, en düşük değer Harran-95 çeşidinin 2. sulama uygulamasından elde edilmiştir. 1. sulama uygulamasında 59.18 g, 2. sulama uygulamasında 48.33 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Değerler Saidi ve ark. (2008), Tonk ve ark. (2009), Khakwani ve ark. (2011) ve Shamsi ve Kobraee (2011)'nin elde ettikleri bulgularla örtüşmektedir.

Kök/fide oranı bakımından en yüksek değer Fırat-93 çeşidinin 1. sulama uygulamasından elde edilirken, en düşük değeryine Fırat-93 çeşidinin 2. sulama uygulamasından elde edilmiştir. 1. sulama uygulamasında %0.66, 2. sulama uygulamasında %0.6 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5). Değerler Dhanda ve ark. (2004), Tonk ve ark. (2009), Khakwani ve ark. (2011) ve Shamsi ve Kobraee (2011)'nin elde ettikleri bulgularla örtüşmektedir.

Çizelge 5. Kök/fide oranı ortalamaları ve gruplar  
Table 5. Averages and groups of root/seedling rate

Çeşitler Varieties	Kök/fide oranı (%) Root/seedling rate				Ortalama Mean
	Sulama Irrigation		Yetiştirme dönemi Growing periods		
	%100	%50	Zadox 30	Zadox 39	
Özberk	39.6 cd	18.9 jk	7 ij	51.5 d	29.3 e
Fırat-93	54.2 a	25.9 g	10.3 h	69.8 a	40 a
Sarıçanak-98	30.4 f	18.6 jk	5.3 jk	43.6 e	24.5 g
Fuatbey-2000	34.9 e	18.4 k	8.3 hı	44.9 e	26.6 f
Harran-95	46.3 b	21.1 ij	3.9 k	63.4 b	33.7 b
Akçakale-2000	44.3 b	22.5 hı	8.9 hı	57.8 c	33.4 bc
Ceylan-95	41.4 c	19.8 jk	8 hı	53.2 d	30.6 de
Burgos	38 d	10.3 m	10.3 h	37.9 f	24.2 g
Zenith	39.6 cd	23.9 gh	5.2 jk	58.3 c	31.7 cd
Svevo	20 ijk	14.1 l	4.3 k	29.8 g	17.1 h
Ortalama Mean	38.87 A	19.33 B	7.15 B	51.05 A	
LSD <sub>0.05</sub>	19.53		43.89		

## Sonuçlar ve Öneriler

Buğday üretimi genellikle kuru tarım alanlarında yapılmakta ve kuraklık bu alanlardaki buğday üretiminde verim azalmalarına neden olmaktadır. Bölgemizde kuru tarım alanlarındaki yıllık yağışın önemli bir kısmı Kasım-Nisan ayları arasında düşmektedir. Fakat toplam yıllık yağış azlığında daha çok, yetersiz ve düzensiz dağılımı yüzünden farklı gelişme dönemlerinde kurak periyotlar yaşanmakta, genellikle kardeşlenme, sapa kalkma ve çiçeklenmeye yakın dönemde başlayan kuraklık stresi, tane dolum döneminde etkisini artırmaktadır. Buğdayın kuraklığa bağlı olarak veriminin zaman zaman azalması tarımsal üretimde sürdürülebilirliği ve dünya besin güvencesini tehdit etmektedir. Bu yüzden, kurak

koşullar altında verimin artırılabilmesi için yüksek verim potansiyelli ve kurağa dayanıklı genotiplerin belirlenmesi önemlidir. Araştırmadan elde edilen verilere dayanarak, araştırmaya aldığımız makarnalık buğday çeşitleri tam ve yarım sulamaya farklı tepkiler vermişlerdir. Bu bilgi ışığı altında bölgemizde ekimi yapılan hem ekmeklik ve hem de makarnalık buğdaylarda özellikle yoğun ve derin kök sistemlerine sahip olan çeşitleri kurak koşullar için önerebiliriz.

## Ekler

Bu araştırma makalesi yüksek lisans tezinden hazırlanmış olup, HÜBAK 14073 nolu projesi kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı HÜBAK'a teşekkür ederiz.



## Kaynaklar

- Blake, N.K., Lanning, S.P., Martin, J.M., Sherman, J.D. & Talbert, L.E. (2007). Relationship of flag leaf characteristics to economically important traits in two spring wheat crosses. *Crop Science* 47: 491-494.
- Clarke, J.M. (1982). Use of physiological and morphological traits in breeding programmes to improve drought resistance of cereals. *Drought Tolerance in Winter Cereals. Proceed of an Int. Workshop* 27-31 October Capri, Italy.
- Dhanda, S.S., Sethi, G.S. & Behl, R.K. (2004). Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. *Agronomy & Crop Science* 190: 6-12.
- Ehdaie, B., Alloushb, G. A., Madorec, M. A. & Waines, J. G. (2006). Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat. I. Postanthesis Changes in Internode Dry Matter. *Crop Science*, 46: 735-746.
- Göksoy A.T. & Turan Z.M. (1991). Kuraklığın bitki fizyolojisi ve morfolojisi üzerine etkileri. *U.Ü.Z.F. Dergisi*, 8: 189-199.
- Gregory, P.J. & Brown, S.C. (1987). Roots and their role in water uptake and drought resistance. *Drought Resistance in Plants: 165-178*, Meeting Held in Amalii, 19 Lo 23 October 1986, Belgium.
- Gupta, N.K., Gupta, S. & Kumar, A. (2001). Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages. *Crop Science*, 41: 1390-1395.
- Khakwani, A., Dennett M.D. & Munir M. (2011). Drought tolerance screening of wheat varieties by inducing water stress conditions. *Songklanakarın J. Sci. Technol.*, 33 (2), 135-142.
- Kodaş, R., Şengül, N., Avcı. M. & Akçelik. E. (2015). Farklı organik uygulamaların ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(3): 162-171.
- Kozłowski, T.T. & Pallardy, S.G. (1997). *Physiology of Woody Plants*, Academic Press, San Diego.
- Larbi, A. & Mekliche, A. (2004). Relative water content (RWC) and leaf senescence as screening tools for drought tolerance in wheat. (Ed: Cantero-Martínez C. & Gabiña D.). *Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability CIHEAM*, 2004: 193-196, Zaragoza.
- Saidi, A., Ookawa, T., Motobayashi, T. & Hirasawa, T. (2008). Effects of soil moisture conditions before heading on growth of wheat plants under drought conditions in the ripening stage: Insufficient soil moisture conditions before heading render wheat plants more resistant to drought to ripening. *Plant Prod. Science*, 11: 403-411.
- Shamsi, K. & Kobraee, S. (2011). Bread wheat production under drought stress conditions. *Annals of Biological Research*, 2(3): 352-358.
- Tonk, F.A., İlker, E. & Tosun, M. (2009). Kurağa dayanıklı buğday genotiplerinin geliştirilmesinde moleküler markörlerin kullanımı, s01.ö m nbv0063. 406-410. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi*.
- Ünsal, E. N. (2012). Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde farklı azot ve fosfor dozlarının verim ve bazı verim unsurlarına etkilerinin saptanması üzerine araştırmalar *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 16(1): 37-47.



# Ses dalgaları ile hücrelerde geri dönülmez DNA hasarları oluşturmak mümkün müdür?

## *Is it possible to induce irreversible DNA damages in cells via sound waves?*

Murat DİKİLİTAŞ<sup>1\*</sup>, Vehbi BALAK<sup>2</sup>, Eray ŞİMŞEK<sup>1</sup>, Sema KARAKAŞ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

<sup>3</sup>Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

### To cite this article:

Dikilitaş, M., Balak, V., Şimşek, E. & Karakaş, S. (2018). Ses dalgaları ile hücrelerde geri dönülmez DNA hasarları oluşturmak mümkün müdür?. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 560-571. DOI: 10.29050/harranziraat.427049

### Address for Correspondence:

Murat DİKİLİTAŞ

e-mail:

m.dikilitas@gmail.com

### Received Date:

25.05.2018

### Accepted Date:

12.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Ses dalgalarının organizmaların fizyolojik ve biyokimyasal yapıları üzerinde etkili olduğu artık bilinen bir gerçektir. Ses dalgası ile yüksek organizmaların davranışlarını etkilemek mümkün olduğu gibi, sesin etkisini hücre seviyesinde de görmek mümkündür. Özellikle, ses dalgasının etki veya etkilerinin DNA üzerinde kalıcı veya geçici etki bırakması bitki koruma açısından önemli bir aşamadır. Çünkü ses dalgası ile istenmeyen organizmaların DNA molekülü bozulduğunda organizmaların tamir süreci uzayacak ve bu aşamada ilave olarak kullanılacak düşük dozdaki kimyasal maddeler (pestisitler, hormonlar, vb.) dayanıklılık ve kalıntı sorununa yol açmadan patojen ve diğer organizmaları elemine edebilecektir. Bu derlemede, ses dalgasının DNA molekülü üzerinde oluşturduğu hasarlar ve bunların tamir mekanizması ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ses dalgası, desibel, frekans, patojen, DNA hasarı

### ABSTRACT

It is an accepted reality that sound waves could effect the physiological and biochemical structures of the organisms. It is possible to affect the behaviour of higher organisms, yet this effect could be observed in the level of cells. Effects of sound waves on DNA with permanent or reversible damages would be an important step for plant protection studies. Because the recovery period of DNA of unwanted organisms would be extended with the increase of additional low doses of chemical compounds such as pesticides and hormones without leading to residue or resistance problems. In this review, damages occurred by sound waves on DNA molecule and its repair mechanism was evaluated.

**Key Words:** Sound waves, desibel, frequency, pathogen, DNA damage

## 1. Giriş

Son yıllarda çağdaş teknolojik yaklaşımlar olarak kullanılan ses dalgaları, özellikle ultrases dalgaları, abiyotik uyarıcılar gibi kullanıldığında uygulanan bitkilerde dayanıklılığı arttıran biyoaktif maddelerin birikimine ve sentezine yol açmıştır (Yu ve ark. 2016, Cuéllar-Villarreal ve ark., 2016). Ancak, ses dalgasının gücü, süresi, frekansı ve

organizmaya olan uzaklığı ayarlandığında, organizmalar üzerindeki etkilerinin olumsuz yönde olacağı anlaşılmıştır. Bundan önceki çalışmalarda bu olumsuz etkiler, hücre ve organizma bazında ele alınmış (Dikilitaş ve ark., 2016; Dikilitaş ve ark., 2018), bu derlemede ise ses dalgasının gen ekspresyonu ve DNA hasarı üzerine etkileri, şayet hasar meydana gelmiş ise, hasarın tamir edilip edilemeyeceği

değerlendirilmiştir. Ses dalgasının kronik etki yapmadan, yani hasar tamirine fırsat verilmeden hedef organizma üzerinde etkili olması, dayanıklılık mekanizmasının da ortadan kalkmasına neden olacaktır. Bunun için DNA molekülünün en az bir iplikçığının kırılması gerekmektedir. Diğer abiyotik stres uygulamalarında olduğu gibi yüksek dozda uygulanan ultrases dalgası hücrelerde strese neden olabilmektedir. Yüksek enerjili ve düşük frekanslı (20-100 kHz) ses dalgalarının hücrelerde biyokimyasal değişikliğe neden olduğu belirlenmiş (Nowacka ve Wedzik, 2016; Cuéllar-Villarreal ve ark., 2016), bu durumun patojen mikroorganizmaların ve diğer istenmeyen canlıların kontrolünde kullanılabilme konusu tartışılmıştır. Ses dalgası istenmeyen hücrelere uygulandığında stres oluşturabilecek potansiyele sahip olduğundan bitki koruma çalışmaları açısından kontrol stratejilerine dahil edilme potansiyeli oldukça yüksektir. Burada önemli olan husus, uygulanacak organizmaların iyi karakterize edilmesi, ses dalgasının frekansı, gücü (dB, desibel değeri) ve süresinin iyi optimize edilmesidir. Ses dalgasının diğer stres oluşturan etmenler ile (UV, sıcaklık, kuraklık, manyetik alan, pestisit vb.) kombine edildiğinde daha etkili olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Fitopatoloji alanında ya da genel itibari ile ziraat alanında yeterli düzeyde ulusal ve uluslararası yayına rastlanmadığından, mekanizmanın tatmin edici düzeyde tartışılabilmesi için çoğunlukla yüksek organizmalardan örnekler verilmiştir.

## 2. Ses dalgası ve stres metabolizması

Akustik ses yani mekanik dalga 20 Hertz (Hz) ile 20 kHz arasında değişen frekansa yani titreşime sahip olup ultrases dalgası ise 20 kHz ve üzerindeki frekansa sahip ses dalgalarıdır (Silva ve Dobránszki, 2014). Düşük frekanslı ultrases dalgası organizmalar üzerinde termal veya kimyasal etkilerinden dolayı birçok biyolojik değişimlere yol açarlar. Ses dalgasının şiddeti artınca hücre içinde çekirdek membranlarına hasar verebilecek

seviyeye ulaşabilmektedir. Hasar, DNA molekülüne ulaştığında, DNA stabilitesi azalır, hücre membranlarında protein sentezi yerine getirilemez ve hücre içinde stres metabolitleri artar (Rokhina ve ark., 2009; Silva ve Dobránszki, 2014). Ultrases dalgasının hem termal hem de ısı içermeyen non-termal etkileri bulunmaktadır. Megahertz (MHz) düzeyindeki ultrases dalgasının ise hem non-termal hem de termal etkiye sahip olduğu, kHz düzeyindeki ses dalgasının ise non-termal etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Kubota ve ark., 2017). Non-termal etki mekanik ve kimyasal olarak ikiye ayrılmaktadır. Akustik etki ve sıvı içinde oluşan kavitezyon mekanik etki olup, bu arada hücrede oluşan membran parçalanması ise kimyasal etki olarak devam etmektedir. Ultrases dalgası çözelti içinde akustik girdap oluşturarak hava kabarcıklarının oluşmasına yol açar ve bu kabarcıklar kaybolduğunda yani çöktüğünde üretilen yüksek sıcaklık ve basınç hücre membranlarında parçalanma, incelme ve gözeneklerin oluşmasına yol açarak hücre protoplazmasını çeperden ayırır, hücre içinde üretilen enzimleri denature eder ve hücrelerde mikroskobik kanallara yol açarak hücre metabolitlerinin kaybolmasına neden olur (Saliev ve ark., 2018). Bu aşamada hücre içinde serbest oksijen radikalleri (ROS; OH<sup>-</sup>, HOO<sup>-</sup>, O<sup>-</sup>, O<sup>-2</sup>) ve radikal olmayan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konsantrasyonları artarak DNA molekülü üzerinde hasarlanmalara ve lezyonlara yol açabilir (Yu ve ark., 2016; Nowacka ve Wedzik, 2016). Ayrıca uygulanan bölgede ısınma meydana geldiğinden uygulama sonlandırılrsa bile, hasarın artarak devam etme kabiliyeti bulunmaktadır (Izadifar ve ark., 2017).

Organizmalar, ses dalgasını o kadar hassas şekilde algılayabilirler ki, çok düşük desibel (dB) ve frekansa sahip ses dalgasının organizmanın savunma stratejisini etkilediği tespit edilmiştir. Örneğin, tırtılların çiğneme sesini taklit eden bir ses dalgası ile bitkiler önceden muamele edildiğinde bitkilerin herbivora karşı savunma sistemine geçtiği görülmüştür (Appel ve Cocroft, 2014; Ghosh ve ark., 2017). Ses dalgası ile ilintili 17 genin *Arabidopsis* sp. bitkisinde aktif hale geldiği rapor edilmiş, 500 Hz'lik 80 dB gücünde bir

ses dalgasının farklı zaman dilimlerinde gen ekspresyonuna neden olduğu bildirilmiştir (Ghosh ve ark., 2017). Ses dalgası sadece dışarıdan verilen bir uygulama olarak ele alınmamalı, diğer canlıların çıkardığı seslerin de organizmayı etkilediği bilinmelidir. Örneğin, “vızıltı tozlanması” olarak not edilen ve birçok bitki türünün tozlanma oluşması için polenlerin antenlerden ayrılmasının arılarının ürettiği ses dalgasının belirli bir frekansa ulaşınca başarılabilirliği belirlenmiştir (De Luca ve Vallejo-Marin, 2013). Ghosh ve ark. (2016) *Arabidopsis thaliana* bitkilerinin 250-300 Hz arasında değişen frekanslara sahip ses dalgasına maruz bırakıldığında bitkilerde gen kopyalanması ve proteomiks verilerinde değişiklik olduğunu belirlemişlerdir.

Ses dalgasının, organizmayı etkilediğine dair yeteri kadar bilimsel rapor mevcuttur. Örneğin, Mishra ve ark. (2016) ses dalgasının bitkilerin antioksidant aktivitesini, kalsiyum akışını, şeker ve ATP içeriğini, hormonal dengesini ve plasmalemma yapısını değiştirdiğini belirlemişlerdir. Yine, ses dalgası ile *Actinidia chinensis* kalluslarında ATP miktarında artış belirlenmiş, ses dalgasının hücrede enerji metabolizmasını değiştirdiği görülmüştür (Xiaocheng ve ark., 2003; Ghosh ve ark., 2017). Abiyotik stres, hatta kimi zaman biyotik stres, hücrelerde akut veya kronik olmak üzere iki tip tepkimeye neden olur. Ani veya akut oluşan tepki, sinyal moleküllerinin (ROS, etilen hormonu, jasmonik asit, salisilik asit vb.) üretimi ile bağlantılı olup hücre savunmasında görev alacak genlerin ekspresyonu ile ortaya çıkmaktadır (Jacobo-Velázquez ve ark., 2015). Geç tepki veya kronik tepki ise ikincil metabolitlerin oluşmasında, sentezlenmesinde ve birikiminde önemli görevler üstlenen enzimlerin sentezi ile meydana gelmektedir (Jacobo-Velázquez ve ark., 2015). Hücreler sadece stresin yüksek dozuna maruz kaldıklarında değil aynı zamanda düşük stres dozlarına uzun süre maruz kaldıklarında yani kronik etkilerine maruz bırakıldıklarında da genomik yapılarında değişiklik geçirebilirler hatta bu değişiklikler kalıcı olarak sonraki nesillere de aktarılabilir. Hücrede ses dalgası çok çeşitli

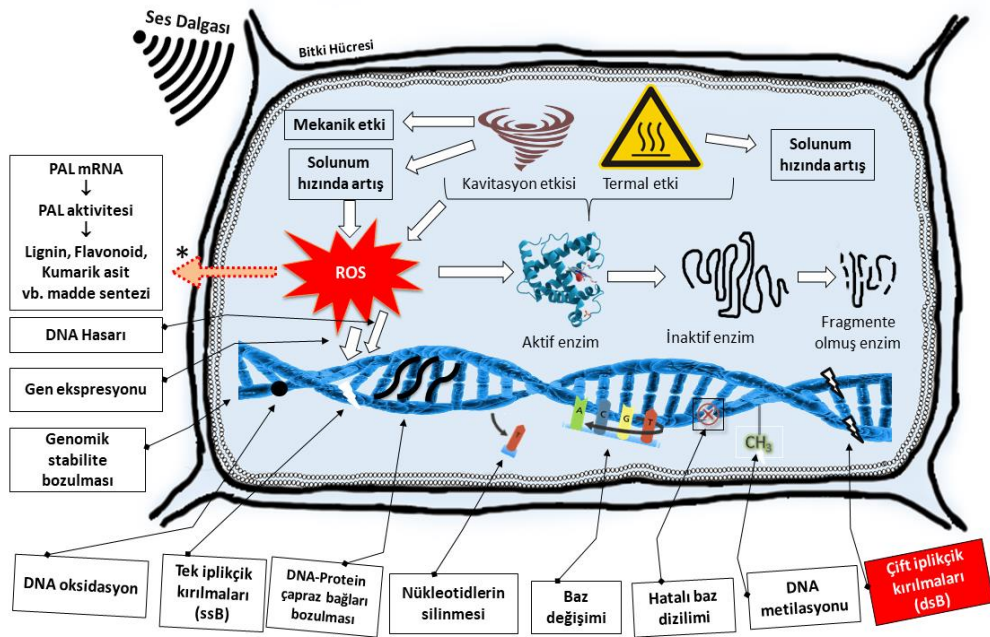
biyokimyasal değişikliklere yol açabilir. Örneğin ses dalgası *Panax ginseng* hücre kültürlerinde oksidatif strese yol açarak fenilalanin amonia lyaz (PAL) enziminin sentezlenmesine ve dolayısı ile hücrede ikincil metabolitler olarak adlandırılan fenolik bileşiklerin birikimine yol açmıştır (Wu ve Lin, 2002). Araştırmacılar, bu sayede ginseng bitkisinin antioksidant özelliğini arttırmayı başarmışlardır. Yine, ultrases dalgası ile marullarda 2.5 gün sonra PAL aktivitesinin artışı ile birlikte fenolik bileşiklerin sentezi teşvik edilmiş böylece kalite parametreleri iyileştirilmiştir (Yu ve ark., 2016; Cuéllar-Villarreal ve ark., 2016). Benzer durum, hasat edilen havuç meyvelerine ses dalgası (24kHz, 400W) uygulandığında solunum oranında artış ile beraber PAL geninin ekspresyonunda ve ikincil metabolitlerin sentezlenmesinde artış ile de rapor edilmiştir (Cuéllar-Villarreal ve ark., 2016). Yine ses dalgası uygulaması ile havuçlarda depolama sonrasında karatenoid yıkımı en az düzeyde gerçekleşmiş, bu durumun yıkıcı enzimlerden olan lipoksigenaz (LOX) enziminin inaktivasyonu ile sağlandığı ifade edilmiştir. Ancak stresin dozu ve süresi arttıkça savunma enzim ve metabolitlerinin seviyesi de düşmektedir. Örneğin, Dikilitaş ve ark. (2017) *Verticillium dahliae* ve NaCl kombinasyonunun domates bitkilerinde savunma enzim ve metabolitlerini düşürdüğünü, artan tuz konsantrasyonunun bitkide daha yıkıcı sonuçlara yol açtığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada savunmada önemli rol oynayan PAL ve diğer savunma enzimlerinin artışının sürekli olmadığı hatta belli bir stres dozundan sonra artışın görülmediği rapor edilmiştir. Hatta, belirli bir konsantrasyondan sonra PAL seviyesinin normalin altına indiği de rapor edilmiştir (Dikilitaş, 2003). Dolayısı ile stres dozu ve süresi ile ilgili değişiklikler yaparak savunma mekanizmasını tamamen etkisiz hale getirmek mümkündür. Örneğin, Furusawa ve Kondo, (2017) iki dakika süre ile ses dalgası uygulamasının (47 kHz, 35 W) kabak bitkilerinin yaprak yüzeyinde erozyona yol açtığını, kütikula tabakasını aşındırdığını ve hücrelerin bağlantı yerlerini ayırdığını taramalı elektron mikroskobu ile belirlemişlerdir

(Ananthkrishnan ve ark., 2007). Sonifikasyon süresinin 30 dakikaya çıkması ile hücre yüzeyinde ve hücreler arası boşlukta oluşan deformasyonlar daha belirgin hale gelmiştir. Savunma mekanizmasının tamir edilemez duruma gelmesi için DNA molekülünün mutlaka stabilitesinin bozulması veya dejenere olması gerekir ki bu durum ancak DNA molekülü üzerinde hasar açmakla mümkün olabilir. Dolayısı ile ses dalgası veya sonifikasyonun dozu ve süresini değiştirerek onu abiyotik stres faktörüne dönüştürmek mümkündür.

### 3. DNA hasar mekanizması

Birkaç mitokondriyal gen dışında, nükleer genom hücredeki tüm bilgi ve işlemlerden sorumludur. Genomik sekans değiştiğinde ya da

dizinin bir parçası kaybolduğunda yenisi ile değiştirilemez (Ermolaeva ve ark., 2015) ya tamir edilir ya da kontrollü bir şekilde yok edilir (De Bont ve Van Larebeke, 2004). Bundan dolayı DNA üzerinde oluşan hasarlar çok çeşitlidir. Genom üzerinde günde onbinlerce kez hasar oluşmaktadır. Bunlar; oksidasyon, depurinasyon yani purin bazlarının uzaklaşması, depirimidasyon yani pirimidin bazlarının uzaklaşması, tek iplikçik kırıkları, çift iplikçik kırıkları, deaminasyon, ve alkalasyon yani alkali olma durumu gibi çeşitli gruplara ayrılırlar (McKeague, 2017). Çeşitli çalışmalardan elde edilen verilere göre ses dalgasının DNA molekülü üzerinde oluşturabileceği muhtemel hasarlar Şekil 1’de izah edilmiştir.



Şekil 1. Ses dalgasının DNA'daki hasarlarının şematik olarak gösterimi.

Figure 1. Schematic representation of DNA damages caused by soundwave.

\* Ses dalgasının şiddeti ve süresi biyokimyasal ve moleküler düzeyde olumsuz etki yapamayacak durumda ise, ROS sinyal molekülü olarak görev alır ve bunun sonucu PAL ve diğer savunma enzimleri devreye girer. Ancak ses dalgası ile etkili DNA hasarı oluşturmak mümkündür. Ses dalgasının hem fiziksel hem de kimyasal etkileri tamir edici veya koruyucu olarak kullanılan antioksidant (vitamin C, E, aminoasit, enzimler vb.) maddelerin etkinliğini düşürdüğünden tamir mekanizmasının devreye girmesini geciktirebilir. Ancak bitkiler üzerinde çift iplikçik kırılması mümkün olmasına rağmen henüz ses dalgası ile ilgili bir yayına rastlanmamıştır.

Bu hasarlardan;

*Guanin oksidasyonu* en yaygın oksidatif hasar tipi olup, hasar gören baz, 8-oxoguanin (8-oxoG) adını alır. Genom üzerinde 8-oxoG ile adenin bazının yanlış eşleşmesi sonucu G ve T bazları arasında çapraz eşleşme meydana gelir ki bu

durum G ve T mutasyonu olarak da adlandırılır ve oksidatif stres ile ilgili hastalıklara yatkınlığa, kanser ve erken yaşlanma gibi sonuçlara yol açar (McKeague, 2017). Bu oksidize olmuş baz (8-oxoG) tekrar oksidize olduğunda ise spiroiminodihydantoin (Sp) adı verilen bir ürünün

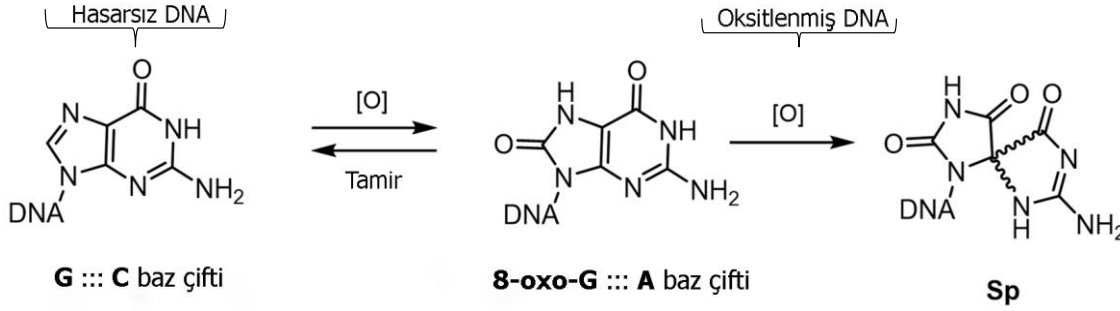
oluşmasına yol açar. Sp DNA özellikle çift sarmal yapının bozulmasında çok önemli bir göreve sahiptir. (Şekil 2).

*Guanin alkalasyonu* ise DNA bazları arasındaki bazların yıpranması konusunu ele alır. Alkalileşme sonucu DNA dışarıdan gelen etkenlere daha hassas bir hal alır.

*Tek iplikçik kırıkları* (sS DNA kırıkları) DNA

molekülü üzerinde tek iplikçığın bir ya da birkaç yerden kırılmasını ifade eder.

*Çift iplikçik kırıkları* (dS DNA kırıkları) DNA hasarının en tehlikeli formudur. DNA'nın her iki iplikçığının aynı yerden kopması anlamına gelir. Dolayısı ile DNA molekülünün üzerindeki bilgiler hem kodlanamaz hem de transfer edilemez hale gelir.



Şekil 2. DNA molekülü içinde guanin oksidasyonu (Alenko ve ark., 2017; McKeague, 2017).

Figure 2. Oxidation of guanine in DNA molecules (Alenko et al., 2017; McKeague, 2017).

Tamiri oldukça zor olan bir hasar biçimidir. Stres faktörlerinin çok şiddetli olduğu durumlarda çift iplikçik kırıkları meydana gelir.

Dışarıdan bir stres faktörü ile DNA üzerinde hasar oluşabildiği gibi hücre içinde oluşan yan ürünler sayesinde ortaya çıkan ROS ile de kendiliğinden DNA hasarı oluşur. Kendiliğinden oluşan DNA hasarı, DNA replikasyonu sırasında oluşan hatalardan meydana gelir. Kromozomların mayoz ve mitoz bölünmesi sonucunda oluşan hatalar, ROS ve alkalileşme sonucu veya hücredeki DNA'nın yaşlanması sonucu oluşan hatalar bu gruba girer (Lindahl ve Barnes, 2000). ROS iki tarafı keskin kılıç olarak nitelendirilmekte, hücre membranlarına, lipid, DNA, protein gibi makromoleküllere zarar verdiği gibi aynı zamanda hücrede gen ekspresyonunu başlatarak ikincil metabolitlerin üretimini de sağlamaktadır (Hoeijmakers, 2009). Burada önemli olan konu hücre içerisindeki ROS konsantrasyonudur. Düşük ROS konsantrasyonu hücre içinde sinyalizasyonu arttırırken, yüksek ROS konsantrasyonu hücreye toksik etki yapmaktadır (Safari ve ark., 2009). Örneğin, meslek doğası gereği gürültüye maruz kalan insanlarda birçok kardiyovasküler hastalıklar rapor edilmiştir (Nawaz ve Hasnain, 2013). Bunun gerisinde yatan ana neden olarak gürültüye maruz kalan hücrelerde ROS seviyesindeki artış

gösterilmiştir. Örneğin, 80 dB altında kalan normal ses (gürültü) ile düşük yoğunluklu gürültülü ses (95 dB ve yukarısı) oksidatif stres ve DNA hasarına neden olmuştur. Sinyal molekülleri antioksidant ve savunma enzimlerinin üretilmesi için ilk reaksiyonu başlattıklarından, PAL ve tyrosine ammonia lyaz (TAL) gibi enzimler sentezlenir. Bu enzimler ise klorojenik asit, lignin bileşikleri, flavonoid gibi fenolik bileşiklerin sentezlenmesinde görev alırlar (Dikilitaş, 2003; Safari ve ark., 2013). Doğal olarak bu sistemin oluşması için PAL geninin de ortaya çıkması gerekmektedir. Dolayısı ile ROS'u hızlı ve yüksek düzeyde arttıracak stres yapıcı etkenlerin bulunması hedef organizmanın metabolizmasının bozulmasında etkili rol oynayacaktır. Ses dalgası ile gen ekspresyonu ve DNA molekülü üzerinde değişiklik yapmak mümkündür (Kubota ve ark., 2017). Ses dalgaları ile ROS miktarını arttırarak DNA molekülünü dolaylı yoldan etkilemek mümkün olduğu gibi, direkt olarak DNA üzerinde hasar oluşturmak da mümkündür (Yoshida ve ark., 2013). Örneğin, touch (TCH) genlerinin ekspresyonu ses dalgası ile arttırılırken (Chehab ve ark., 2009), 100 dB ses şiddetinin 12 saat süre ile uygulanması sıçanlarda DNA bütünlüğünü bozmuş, hatta hasar seviyesi 24 saat boyunca devam etmiştir (Frenzilli ve ark., 2004). Kenmotsu

ve ark., (2013) ultrases dalgasının canlı hücrelerde DNA molekülünün çift iplikçiklerini kırdığını belirlemişlerdir. Çift iplikçik kırıkları hücrelerde tamir edilmesi çok güç hasarlara yol açarlar. Yine aynı araştırmacılar, ultrases dalgasının sadece küçük DNA molekülünün bağlarını kırmakla kalmayıp, büyük DNA molekülünün parçalarını, örneğin 166 kbp gibi yaklaşık 57 mikrometre uzunluğundaki DNA moleküllerinin çift iplikçliğini 30 kHz'lik bir ses frekansına maruz kaldığında birkaç yerden kırdığını bildirmişlerdir. Ali ve ark., (2013) ultrases dalgasının (20 kHz) DNA sarmalının helikal yapısını bozduğunu, DNA çift iplikçığının erime noktasını (Tm) düşürdüğünü ve ultrases dalgasının gücü ile bu hasarların pozitif ilişki içinde olduğunu yani DNA stabilitesinin azaldığını rapor etmişlerdir. Parçalara ayrılan DNA yapısının uzunluğunun ultrases dalgasının gücü ile daha da azaldığını bildirmişlerdir. Örneğin, Çin hamster yumurtalık hücrelerinde ultrasesin (1.61 MHz) direkt etkisinin DNA'nın tek iplikçiklerini kırabildiği gösterilmiştir (Miller ve Thomas, 1996; Ali ve ark., 2013). Ceylan ve ark., (2016) sadece ultrases dalgaları ile değil normal ses dalgasının yüksek desibel güce ulaştıklarında hücrelerde metabolik fonksiyonları bozdukları gibi DNA üzerinde de hasar oluşturduklarını tespit etmişlerdir. Örneğin, 110 dB ya da daha yüksek ses gücünde ve 7-15 kHz arası frekansta yeni doğanlarda DNA hasarı oluştuğunu ve bunun kalıcı olduğunu ve dolayısı ile işitme kaybına neden olduğunu vurgulamışlardır. Milowska ve Gabrylak (2007), 1 MHz olarak fasılasız (devamlı) uygulanan ultrases dalgasının  $2.44 \text{ W cm}^{-2}$  yoğunlukta uygulandığında açığa çıkan ROS ve  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'nin DNA hasarına yol açtığını belirlemişlerdir. Ortama katalaz enzimi ilave edilmesi ile  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'nin bertaraf edilmesi hedeflense de DNA hasarı artarak devam etmiştir. Bu durum DNA hasarının sadece  $\text{H}_2\text{O}_2$  üretimi ile ilgili olmadığını ortaya koymuştur.

Udroiu ve ark., (2018) 1 MHz ultrases dalgasının  $0.3 \text{ W cm}^{-2}$  basınçta normal ve tümör hücrelerine uygulandığında DNA hasarına yol açtığını ve mitotik bölünmenin önüne geçerek kanser hücresinin çoğalmasını engellediklerini belirtmişlerdir.

#### 4. DNA hasarı sonrası hücre metabolizması

Hücrede DNA hasarı meydana geldiğinde döngü işlemini sağlayan mekanizma kontrolden çıkar. Hücre içinde bulunan kontrol noktaları (check point) mekanizmanın işlemlerini sağlayan en önemli unsurlardır. Bu noktaları, trafiğin denetlenmesi ve yabancı araçların girişini engelleyen otobandaki gişelere benzetebiliriz. Bu noktalar, anormal şekilde çoğalan DNA molekülünün durdurulması için fren görevi üstlenmektedir. Genotoksik stres meydana geldiği zaman kontrol noktaları harekete geçerek hücre döngüsünü durdurur veya yavaşlatarak DNA üzerinde oluşan hasarın düzeltilmesi için imkân yaratır (Wang ve ark., 2015). Eğer DNA hasarı başarılı bir şekilde tamir edilirse, kontrol noktasından gelen sinyaller kesilir ve hücre döngüsü yeniden başlatılır. DNA hasarı düzgün tamir edilmez ise hücre kademeli olarak hızlı yaşlanmaya ya da apoptosis adı verilen kontrollü hücre ölümüne doğru yol alır veya çoğu durumlarda hasarlı DNA ile bölünmeye devam eder. Genotoksik strese maruz kalan hücreler hatalı olarak çoğalmamak için hücre-döngüsü kontrol noktası (cell cycle check point machinery) mekanizmasını aktif hale getirerek hasarlı DNA molekülünü tamir edinceye kadar hücre döngüsüne girmekten kaçınır (Furusawa ve Kondo, 2017). Ancak programlı hücre ölümü ya da apoptosis hücre için oldukça külfetli bir iş olduğundan hasarlı DNA molekülü ile bölünmek çoğu zaman zorunluluk haline gelmektedir. Hücre hasarlı DNA ile bölünmeye devam ettiğinde, yeni oluşan hücreye hasar aynı oranda transfer edilir. Dolayısı ile hasarın hemen anlaşılması ve engellenmesi hayati önem taşımaktadır.

#### 5. DNA hasarı tamir mekanizması

DNA molekülü üzerinde hasarlar oluştuğunda, bu hasarların tamiri için bir takım biyokimyasal döngüler devreye girer. Örneğin insanlarda, *TP53* geninin (p53 adı verilen proteini kodlamak için gerekli talimatları yerine getiren gen) ana hedefi, oluşması muhtemel tümör genlerini

baskılamaktır. Çünkü DNA üzerinde bulunan genlerin bir kısmı hücre büyümesini ve çoğalmasını sağladığından, kontrol dışı büyüme ve çoğalma engellenmez ise, kansere giden yol açılmış olur. Eğer DNA üzerinde kırılan ya da hasara uğrayan bölge *TP53* genini bulunduran bölge ise bu bölgenin tamir edilemediği durumlarda kanserin başlaması kaçınılmaz olur (Prof. Andrew Collins ile kişisel görüşme, İspanya, 2017). Dolayısı ile bu bölgede oluşacak gen ekspresyonu savunma mekanizması için sentezlenecek protein ve enzimlerin de seviyesini belirlemede etkili olacaktır.

Tümör baskılayan p53 proteini normal hücrelerin çekirdeğinde neredeyse belirlenemeyecek seviyededir. Hücre strese girdiği zaman, özellikle DNA molekülü hasarlandığı zaman p53 proteini hücre döngüsünü durdurur ve DNA molekülünün tamiri için bir fırsat oluşturur, ya da apoptosise gidecek yolu açar (Di Paolo ve ark., 2018). Bunun için p53 proteininin bir dizi genleri aktive etmesi gerekir. Kanser hücrelerinde ise p53 proteini hücre çoğalmasını kontrol edebilecek durumda olmadığından yani mutant duruma düştüğünden DNA tamiri başarılı şekilde gerçekleştirilemez ve genetik olarak stabil olmayan DNA yapısı meydana gelir. Stresli hücre durumunda p53 proteini aktive edilirse bu aktivasyon sonucu antioksidant maddeler hızla dejenere olurlar (Kumari ve ark., 2014). Kanserli hücrelerde p53'ün en yaygın formu gen üzerindeki nokta mutasyonunu yani değişikliği tespit edememesi durumudur. Böyle durumlarda kansere giden yol açılmış olur. İnsanlarda yaklaşık olarak kanserlerin %50'sinin bu şekilde meydana geldiği tespit edilmiştir (Kumari ve ark., 2014).

Genomik yapı çoğunlukla metabolik yan ürünler (reaktif oksijen ve azot türleri vb.), radyasyon ve kimyasallar ile bozular. Bu stres faktörleri DNA molekülünün çok farklı bölgelerinde modifikasyonlara yol açabilir. Yani mutasyona yol açan kimyasal ve radyasyon dışında kalan stres faktörleri DNA molekülü üzerinde modifikasyona yol açarak DNA'nın fiziko-kimyasal yapısının değişmesine, silinmesine, kromozom kısılmasına, tek ve çift DNA kırıklarına

yol açabilirler.

Küçük stres gruplarının ya da yüksek toksisiteye sahip olmayan stres yapıcı faktörlerin kronik etki sonucu birikmesi ile oluşan tehditler genlerin fonksiyonlarında bozulmalara ve değişikliklere yol açabilirler. Hatta gen dizilimi içinde yer alan tümörleri baskılayan genlerin kaybolması veya silinmesi ve kansere yol açan genlerin ekspresyonunun yani miktarının artması ile genetik yapı tamamen bozularak görevini yerine getiremez hale gelir.

Memelilerde p53 proteini aktive olduğunda, DNA tamiri mümkün ise, hasarı gidermek için diğer genleri de aktive eder. Eğer DNA molekülünün tamiri mümkün değilse, bu protein hücre bölünmesini önler ve hücreyi apoptosise yönlendirir ve tümör oluşumunu engeller. Memelilerde p53 proteini aynı zamanda genomun bekçisi olarak da adlandırılmaktadır (Ma ve ark., 2016).

Genom araştırmaları sonucu DNA hasar durumunda bitkilerin yüksek canlılardakine benzer tepkiler verdiği belirlenmiş ancak memelilerde çok önemli fonksiyonu bulunan p53 tümör baskılayan proteininin olmadığı açığa çıkmıştır (Yoshiyama ve ark., 2013). Bu durum bitki ve hayvanların DNA hasarına farklı mekanizmalar ile tepki verdikleri şeklinde değerlendirilmiştir. DNA hasar tepkisi (DDR-DNA damage response) sadece hücrede temel işlemi yerine getirerek DNA molekülünü hasardan koruyan sistem değil aynı zamanda DNA kodlarının bir sonraki jenerasyona sağlıklı şekilde transferini sağlayan bir sistemi de içermektedir. Yüksek hücrelerin aksine, bitkiler buldukları yeri değiştiremediklerinden sürekli olarak stres faktörlerinin olumsuz etkilerine maruz kalırlar. Bundan dolayı, bitkilerin daha etkili bir DDR sisteminin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar, *Arabidopsis* bitkisinden elde edilen ve SOG1 adı verilen proteinin insanlardaki p53'e benzer bir mekanizma ile çalıştığını ortaya koymuştur. Mekanizma olarak, p53 hücrelerde birikmek suretiyle hücre döngü sistemini kontrol eden birçok geni idare edip, DNA tamiri, apoptosise ve yaşlanma gibi birçok fonksiyonları harekete



geçirirken, SOG1 proteininin biriktiği tespit edilememiş olup bu proteinin birikmeden de DDR mekanizmasını harekete geçirdiği görülmüştür. Her iki proteinin amino asit diziliminin birbirinden farklı olması ve SOG1'in birikmemesi, bitkilerde strese karşı spesifik tepkilerin verildiğini düşündürmektedir. Bu durum bitkilerin patojen ve abiyotik stres faktörlerine maruz kaldıklarında ayrı ayrı mekanizmalar ile etkilendiğini düşündürmektedir (Dikilitaş ve ark., 2017 ve 2018). Böylece mikroorganizmaların stres koşullarına nasıl adaptasyon sağlayabildiği ve bitkilerin hem abiyotik hem de biyotik strese karşı mücadelelerinde önemli bir aşamaya geçileceği umulmaktadır.

Nükleer genom, tıpkı hücre gibi üzerinde hasarları biriktirir (Sancar ve ark., 2004; Yoshiyama, 2015). Bu hasarlara lezyon adı verilir. DNA molekülünün her canlıda günlük olarak hasara uğradığı bilinmekte, bu durum tamir edilemez ise kalıtsal olarak bir sonraki hücreye aktarılabilecek seviyeye geldiğinde kanser ile ilgili genlerin aktivasyonuna da neden olmaktadır. Bundan dolayı, DNA hasarı ve tamiri çok kritik noktalar olup, kanser, yaşlanma ve hastalıkları karşı direncin azalması noktasında önemli kriter olarak kabul edilmektedir.

Organizmada meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal değişikliği belirlemek için öncelikle genetik değişikliği ya da ekspresyonu belirlemek gerekmektedir. Organizmanın stres faktörlerine karşı verebileceği biyokimyasal ve fizyolojik tepkiler için gerekli olan şeker, karbohidrat ve protein gibi yapı elementlerinin sentezlenmesi veya parçalanmasında gerekli olan enzimlerin önceden kodlanması ve ribozomlarda üretilmesi gerekmektedir. Genetik değişiklikle meydana gelen değişimin kalıcı veya tamir edilebilir olması uygulanan stres faktörünün etkisini de göstermektedir. Dolayısı ile genomik stabilite yani genlerin normal fonksiyonlarda işlem yapması veya ekspresyonu hücre içinde DNA'nın etkili bir tamir mekanizmasına sahip olması ile mümkündür (Tian ve ark., 2015). Tamir edilememiş DNA sadece hücre döngüsünü durdurup apoptosise yol açmayıp genom içinde mutasyona da neden olabilir. Hasar derecesi yüksek DNA içeren hücre

genomik yapısının stabil olmayan olmasından dolayı normal fonksiyonlarını yerine getiremez. Stabil olmayan genomik yapı, hücreyi hastalıklara daha elverişli hale getirdiği gibi herhangi bir hastalık durumunda tedavi veya hücre tamirini de olumsuz olarak etkiler (Wyman ve Kanaar, 2006; Hoeijmakers, 2001; Tian ve ark., 2015; De Bont ve Van Larebeke, 2004; Dikilitaş ve ark., 2018). Hücre bölünmesinden önce hasarlı DNA'nın kopyalanması yanlış bazların eşleşmesine yol açar. Daha sonraki nesilde bu hatalı kopyaları taşıyan hücreler geri tamir edilemez boyutlara ulaşır (Jackson ve Bartek., 2009; Tian ve ark., 2015).

Normal fizyolojik koşullarda DNA hasarı birkaç yolla giderilmektedir. Bunlar *Base excision repair (BER)* (baz tamiri), *mismatch repair (MMR)*, yanlış eşleşen bazların tamiri), *nucleotide excision (NER)*, nukleotidleri buldukları yerlerden çıkararak tamir), *translesion DNA synthesis (TLS)* ve *homologous recombination (HR)* olarak isimlendirilmektedir.

Örneğin *BER* durumunda metabolik faaliyetler sonucu veya stres koşullarında oluşan ROS genellikle DNA'daki tek iplikçığı kırar ve bu kısımlar *BER* ile tamir edilebilir (Aebi ve ark., 1996; Tian ve ark., 2015). Öncelikle, DNA glycosylases enzimi apurinic-apyrimidinic (*AP*) yapı oluşturmak için uygun olarak yerleşmeyen bazları tanır ve uzaklaştırır. Daha sonra *AP* bağ bölgeleri *AP* endonuclease enzimleri ile tamir edilerek DNA'da bulunan tek iplikçikte oluşan kırıklar tamir edilir. Eğer hasarlı olan bazlar uzaklaştırılmaz ise DNA üzerinde yanlış eşleşme olacağı için, DNA replikasyonunun hızı düşebilir ve hatta durabilir (Aebi ve ark., 1996; Tian ve ark., 2015).

*MMR*: DNA replikasyonu veya DNA tamiri sonrasında oluşan yanlış eşleşen nukleotidleri ortadan kaldırmak için gidilen DNA tamir yollarından biridir. *NER* ise pirimidin bazlarını uzaklaştırmak için gidilen yoldur (Ermolaeva ve ark., 2015).

Genomik yapının sağlıklı işleyebilmesi için DNA tamir sistemi kompleksi hasarlanmış genom bölgesini uzaklaştırır. Önce hasarlı bölge tespit edilir. Bir DNA'da kırık varsa bu kırığın tespit edilmesi kolaydır. Fakat küçük çapta oluşan

yapısal değişiklikler spesifik moleküllere ihtiyaç duyduğundan, spesifik DNA polimeraz enzimleri ile bu hasarlar tespit edilebilmektedir. Ma ve ark., (2015) askorbik asit (Vitamin C) kullanarak DNA üzerindeki hasarı tamir etmek istemişler, askorbik asit tek sarmal kırıklarını tamir etmede etkili bulunurken, çift sarmal kırıklarında tamir edici etkisi minimal düzeyde kalmıştır. Kenmotmsu ve ark. (2013) ultrases dalgası sonucu T4-DNA moleküllerinde oluşan sarmal yapıda çift kırıkların oluşumunu floresan mikroskop ile belirlemişler ve DNA'da oluşan hasarı, antioksidant özelliğe sahip 2-mercaptoethanol (2-Me) uygulayarak tamir etmeye çalışmışlardır, araştırmacılar çift kırıkların tamirinde bu maddenin etkisinin görülmediğini ortaya koymuşlardır. Ma ve ark., (2015) askorbik asit'in büyük bir DNA molekülünün (T4 DNA, 166 kbp) çift kırıklarını tamir etmede etkili olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada 1 mM askorbik asit konsantrasyonunun gün ışığı veya gamma ışınları yolu ile oluşturulan DNA hasarlarını sırası ile %30 ve %70 oranlarında azaltmasına rağmen ultrases dalgası yolu ile açılan hasarı tamir etmede etkili olmadığını belirlemişlerdir. Bu durumu ultrases dalgasının DNA molekülü üzerinde hem fiziksel hem de kimyasal yani fiziko-kimyasal zarar açtığı için tamir edilemediği şeklinde izah etmişlerdir. Çünkü vitamin C (askorbik asit) ile sağlanan ROS seviyesindeki azalma ultrases dalgası yolu ile oluşturulan ROS miktarının azaltılmasında etkili bulunmamıştır. DNA replikasyonu ile transfer edilen hatalar popülasyonda çeşitliliği meydana getirmesine rağmen bir sonraki jenerasyona transfer edildiğinde organizmanın tamir kapasitesini de azalttığından bu tip organizmalar yüksek stres altında faaliyet göstermeye mecbur bırakılan organizmalar haline gelirler. Bu durum stres koşullarına adaptasyonu beraberinde getirirse bile organizmanın ilave bir stresi kaldıramayacağı anlamına da gelmektedir.

## 6. Ses dalgası ile diğer metotlar kombine ederek DNA hasarının hızlandırılması

Yu ve ark., (2009) ultrases dalgasını kemoterapi ilaçlarına dayanıklılık gösteren ilaçların etkililiğini

arttırmak için kullanmışlar, ultrases dalgası ve/veya cyloparin A maddesi dayanıklı yumurtalık kanser hücre hattına ayrı ayrı uygulandığında etkili bulunmaz iken birlikte uygulandıklarında kanser hücrelerinde 2.55 kez daha fazla DNA hasarına yol açmışlardır. Böylece kemoterapi ilaçlarına dayanıklı kanser hücrelerinin elemine edilmesi için ultrasonik kemoterapi adı verilen önemli bir tedavi alanı oluşmuştur. Bu sayede hem ilaçların etkinlikleri arttırılmış hem de ilaçlardan kaynaklanan yan etki azaltılmıştır. Hasarın devam etmesinin muhtemel nedenini daha stabil yapıda olan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> üretiminin devam etmesi ile açıklamak mümkündür (Dikilitaş ve ark., 2017).

Shiferaw Terefe ve ark., (2015) ultrases dalgasının ısı ile kombine edildiğinde mikroorganizmaların enzimlerini inaktive ettiğini belirtmişlerdir. Ses dalgasının meyvelerde kalite parametrelerini düşüren polygalakturonaz (PG), peroksidaz (POD), polifenol oksidaz (PPO) ve lipoksigenaz (LOX) enzimlerinin aktivitesini inaktive ederek meyvelerin bozulmasının önüne geçilmesi başarılmıştır. Ses dalgasına ısı ilave ederek mikroorganizmaların ısıya dayanıklı enzimlerini inaktive etmek de mümkün olmuştur. Hussein ve ark., (2000) DNA kırıklarının etkili ve yüksek seviyede olması için ultrases dalgasını doxorubicin (DOX) adlı kimyasal (kemoterapi ilacı) ile birlikte kullanmışlar ve H260 (Human leukemia) hücreleri üzerinde hızlı ve etkili DNA hasarı oluşturmayı başarmışlardır. Bu yöntemle kemoterapi ilaçlarına dayanıklılık gösteren kanser hücrelerinin elemine edilmesi daha etkili bir biçimde başarılmıştır. Dikilitaş ve ark., (2015) bitkilerde DNA hasarının NaCl ile de mümkün olabileceğini belirtmişler, bu stres faktörü ve ultrases dalgasının birlikte uygulanması ile yabancı ot kontrolünün mümkün olabileceği düşünülmüştür.

## 7. Sonuçlar

Ses dalgası çeşitli biyolojik işlemleri ve gen ekspresyonunu etkilemektedir. Ses dalgası ile hücre içinde sinyal iletişim mekanizması uyarılır,

düşük doz ve sürede hücre dayanıklılığı mekanizması arttırılırken, yüksek dozda ROS oluşturulur ki hücrenin yıkımı sağlanabilir. Bu yolla organizmada kalıntı bırakmadan, organizmayı etkisiz hale getirmek mümkündür. Ses dalgasının dozu ve süresi arttırılarak doğrudan DNA'da hasar oluşturmak da mümkündür. Böylece hedef organizmanın savunma metabolitlerini üretmeden ve dolayısı ile adaptasyon kazanmasına fırsat verilmeden kontrol altına alınması mümkün olacaktır. Ses dalgasının organizmalar, özellikle patojen mikroorganizmalar, üzerinde etkisi daha detaylı olarak hem biyokimyasal hem de moleküler düzeyde incelenerek DNA hasarı üzerinde etkilerini konu alan çalışmalar bu yöntemin etkinliğini test etmede önemli bir aşama olacaktır. Ses dalgası organizmalar üzerinde ilave stres faktörleri ile kullanıldığında tamir mekanizması geri dönülmez bir noktaya gelebilir.

Çoğunluğu tıp alanından gelen çalışmalar ile izah edilmeye çalışılan bu derlemede ses dalgasının çeşitleri ve hücreler üzerinde oluşturduğu etkilerden bahsedilmiş, ilave stres ile ses dalgasının daha etkili olabileceği tartışılmış özellikle hastalık, böcek ve yabancı ot kontrolünde hatta sistemik olarak ilerleyen patojenlerin kontrolünde ses dalgasının etkili olabileceği değerlendirilmiştir.

## Kaynaklar

Aebi, S., Kurdi-Haidar, B., Gordon, R., Cenni, B., Zheng, H., Fink, D., Christen, R.D., Boland, C.R., Coi, M., Fishel, R., & Howell, S.B. (1996). Loss of DNA mismatch repair in acquired resistance to cisplatin. *Cancer Research*, 56(13), 3087-3090.

Alenko, A., Fleming, A.M., & Burrows, C.J. (2017). Reverse transcription past products of guanine oxidation in RNA leads to insertion of a and c opposite 8-oxo-7, 8-dihydroguanine and a and g opposite 5-guanidinohydantoin and spiroiminodihydantoin diastereomers. *Biochemistry*, 56(38), 5053-5064.

Ali, M.H., Al-Saad, K.A., & Ali, C.M. (2014). Biophysical studies of the effect of high power ultrasound on the DNA solution. *Physica Medica: European Journal of Medical Physics*, 30(2), 221-227.

Ananthkrishnan, G., Xia, X., Amutha, S., Singer, S., Muruganatham, M., Yablonsky, S., Fischer, E., & Gaba, V. (2007). Ultrasonic treatment stimulates multiple shoot regeneration and explant

enlargement in recalcitrant squash cotyledon explants *in vitro*. *Plant Cell Reports*, 26(3), 267-276.

Appel, H.M., & Cocroft, R.B. (2014). Plants respond to leaf vibrations caused by insect herbivore chewing. *Oecologia*, 175(4), 1257-1266.

Ceylan, N., Kaba, S., Karaman, K., Celiker, M., Basbugan, Y., & Demir, N. (2016). Investigation of the effect of the efficiency of noise at different intensities on the DNA of the newborns. *Noise & Health*, 18(80), 7.

Chehab, E.W., Eich, E., & Braam, J. (2009). Thigmomorphogenesis: A complex plant response to mechano-stimulation. *Journal of Experimental Botany*, 60(1), 43-56.

Cuellar-Villarreal, M.D., Ortega-Hernández, E., Becerra-Moreno, A., Welte-Chanes, J., Cisneros-Zevallos, L., & Jacobo-Velázquez, D.A. (2016). Effects of ultrasound treatment and storage time on the extractability and biosynthesis of nutraceuticals in carrot (*Daucus carota*). *Postharvest Biology and Technology*, 119, 18-26.

De Bont, R., & Van Larebeke, N. (2004). Endogenous DNA damage in humans: a review of quantitative data. *Mutagenesis*, 19 (3), 169-185.

De Luca, P.A., & Vallejo-Marín, M. (2013). What's the 'buzz' about? The ecology and evolutionary significance of buzz-pollination. *Current Opinion in Plant Biology*, 16(4), 429-435.

Di Paolo, C., Müller, Y., Thalmann, B., Hollert, H., & Seiler, T.B. (2018). p53 induction and cell viability modulation by genotoxic individual chemicals and mixtures. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(5), 4012-4022.

Dikilitaş, M. (2003). *Effect of salinity, its interactions with Verticillium albo-atrum on the disease development in tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) and lucerne (Medicago sativa and M. media) plants.* (Doctoral dissertation), University of Wales, Swansea.

Dikilitaş, M., Collins, A.R., Kocuyigit, A., El Yamani, N., & Karakas, S. (2015). DNA damage in potato plants exposed to high level of NaCl stress. *Frontiers in Genetics, Conference Abstract: 11th International Comet Assay Workshop (ICAW)*, Antwerpen, Belgium.

Dikilitaş, M., Yucel, N., & Dervis, S. (2017). Production of antioxidant and oxidant metabolites in tomato plants infected with *Verticillium dahliae* under saline conditions. In: Khan, M., Khan, N., (Eds.) *Reactive Oxygen Species and Antioxidant Systems in Plants: Role and Regulation under Abiotic Stress*, (pp. 315-329) Springer, Singapore.

Dikilitaş, M., Balak, V., & Karakaş, S. (2016). Ses dalgalarının tarımsal ürünlerin muhafazası ve bitki gelişimi üzerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20 (4), 338-355.

Dikilitaş, M., Balak, V., Şimşek, E., & Karakaş, S. (2018). Ses dalgaları ile mikroorganizmaların kontrolü. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22 (3), 431-444.

Ermolaeva, M.A., Dakhovnik, A., & Schumacher, B. (2015). Quality control mechanisms in cellular and systemic DNA damage responses. *Ageing Research Reviews*, 23, 3-11.

Frenzilli, G., Lenzi, P., Scarcelli, V., Fornai, F., Pellegrini, A., Soldani, P., & Nigro, M. (2004). Effects of Loud Noise

- Exposure on DNA Integrity in Rat Adrenal Gland. *Environmental Health Perspectives*, 112(17), 1671–1672.
- Furusawa, Y., & Kondo, T. (2017). DNA Damage Induced by Ultrasound and Cellular Responses. *Molecular Biology*, 6(2), 1-6.
- Ghosh, R., Gururani, M.A., Ponpandian, L.N., Mishra, R.C., Park, S.C., Jeong, M.J., & Bae, H. (2017). Expression analysis of sound vibration-regulated genes by touch treatment in *Arabidopsis*. *Frontiers in Plant Science*, 8(100), 1-13.
- Ghosh, R., Mishra, R.C., Choi, B., Kwon, Y.S., Bae, D.W., Park, S.C., Jeong, M.J., & Bae, H. (2016). Exposure to sound vibrations lead to transcriptomic, proteomic and hormonal changes in *arabidopsis*. *Scientific Reports*, 6, 33370.
- Hoeijmakers, J.H. (2001). Genome maintenance mechanisms for preventing cancer. *Nature*, 411(6835), 366-374.
- Hoeijmakers, J.H. (2009). DNA damage, aging, and cancer. *New England Journal of Medicine*, 361(15), 1475-1485.
- Husseini, G.A., El-Fayoumi, R.I., O'Neill, K.L., Rapoport, N.Y., & Pitt, W.G. (2000). DNA damage induced by micellar-delivered doxorubicin and ultrasound: comet assay study. *Cancer Letters*, 154(2), 211-216.
- Izadifar, Z., Babyn, P., & Chapman, D. (2017). Mechanical and biological effects of ultrasound: A review of present knowledge. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 43(6), 1085-1104.
- Jackson, S.P., & Bartek, J. (2009). The DNA-damage response in human biology and disease. *Nature*, 461(7267), 1071-1078.
- Jacobo-Velázquez, D.A., González-Agüero, M., & Cisneros-Zevallos, L. (2015). Cross-talk between signaling pathways: the link between plant secondary metabolite production and wounding stress response. *Scientific Reports*, 5(8608), 1-10.
- Kenmotmsu, T., Ogawa, N., Kubota, R., Yoshida, K., Kagawa, Y., Watanabe, Y., Yoshikawa, Y., & Yoshikawa, K. (2013). Double-strand breaks on a genomic DNA caused by ultrasound: Evaluation by single DNA observation. *International Symposium on Micro-Nanomechatronics and Human Science (MHS)*, (pp. 1-3), Nagoya, Japan.
- Kubota, R., Yamashita, Y., Kenmotsu, T., Yoshikawa, Y., Yoshida, K., Watanabe, Y., Imanaka, T., & Yoshikawa, K. (2017). Double-Strand Breaks in Genome-Sized DNA Caused by Ultrasound. *ChemPhysChem*, 18(8), 959-964.
- Kumari, R., Sen, N., & Das, S. (2014). Tumour suppressor p53: understanding the molecular mechanisms inherent to cancer. *Current Science*, 107(5), 786-794.
- Lindahl, T., & Barnes, D.E. (2000). Repair of endogenous DNA damage. In Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology Vol. 65. *Cold Spring Harbor Laboratory Press*. 127-134 pp.
- Ma, H., Song, T., Wang, T., & Wang, S. (2016). Influence of human p53 on plant development. *PLoS One*, 11(9), e0162840.
- Ma, Y., Ogawa, N., Yoshikawa, Y., Mori, T., Imanaka, T., Watanabe, Y., & Yoshikawa, K. (2015). Protective effect of ascorbic acid against double-strand breaks 350-358.
- in giant DNA: Marked differences among the damage induced by photo-irradiation, gamma-rays and ultrasound. *Chemical Physics Letters*, 638, 205-209.
- McKeague, M. (2017). Aptamers for DNA Damage and Repair. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(10), 2212.
- Miller, D.L., & Thomas, R.M. (1996). The role of cavitation in the induction of cellular DNA damage by ultrasound and lithotripter shock waves *in vitro*. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 22(5), 681-687.
- Milowska, K., & Gabryelak, T. (2007). Reactive oxygen species and DNA damage after ultrasound exposure. *Biomolecular Engineering*, 24(2), 263-267.
- Mishra, R.C., Ghosh, R., & Bae, H. (2016). Plant acoustics: in the search of a sound mechanism for sound signaling in plants. *Journal of Experimental Botany*, 67(15), 4483-4494.
- Nawaz, S.K., & Hasnain, S. (2013). Occupational noise exposure may induce oxidative DNA damage. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22, 1547-51.
- Nowacka, M., & Wedzik, M. (2016). Effect of ultrasound treatment on microstructure, colour and carotenoid content in fresh and dried carrot tissue. *Applied Acoustics*, 103, 163-171.
- Rokhina, E.V., Lens, P., & Virkutyte, J. (2009). Low-frequency ultrasound in biotechnology: state of the art. *Trends in Biotechnology*, 27(5), 298-306.
- Safari, M., Ghanati, F., Behmanesh, M., Hajnorouzi, A., Nahidian, B., & Mina, G. (2013). Enhancement of antioxidant enzymes activity and expression of CAT and PAL genes in hazel (*Corylus avellana* L.) cells in response to low-intensity ultrasound. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(9), 2847-2855.
- Saliev, T., Begimbetova, D., Baiskhanova, D., Abetov, D., Kairov, U., Gilman, C. P., Matkarimov, B., & Tachibana, K. (2018). Apoptotic and genotoxic effects of low-intensity ultrasound on healthy and leukemic human peripheral mononuclear blood cells. *Journal of Medical Ultrasonics*, 45(1), 31-39.
- Sancar, A., Lindsey-Boltz, L.A., Ünsal-Kaçmaz, K., & Linn, S. (2004). Molecular mechanisms of mammalian DNA repair and the DNA damage checkpoints. *Annual Review of Biochemistry*, 73(1), 39-85.
- Shiferaw Terefe, N., Buckow, R., & Versteeg, C. (2015). Quality-related enzymes in plant-based products: effects of novel food-processing technologies part 3: ultrasonic processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(2), 147-158.
- Silva, J.A., & Dobránszki, J. (2014). Sonication and ultrasound: Impact on plant growth and development. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 117(2), 131-143.
- Tian, H., Gao, Z., Li, H., Zhang, B., Wang, G., Zhang, Q., Pei, D., & Zheng, J. (2015). DNA damage response—a double-edged sword in cancer prevention and cancer therapy. *Cancer Letters*, 358(1), 8-16.
- Udroiu, I., Marinaccio, J., Bedini, A., Giliberti, C., Palomba, R., & Sgura, A. (2018). Genomic damage induced by 1-MHz ultrasound *in vitro*. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 59(1), 60-68.
- Wang, H., Zhang, X., Teng, L., & Legerski, R.J. (2015). DNA damage checkpoint recovery and cancer development. *Experimental Cell Research*, 334(2),
- Wu, J., & Lin, L. (2002). Ultrasound-induced stress responses

- of panax ginseng cells: enzymatic browning and phenolics production. *Biotechnology Progress*, 18(4), 862-866.
- Wyman, C., & Kanaar, R. (2006). DNA double-strand break repair: all's well that ends well. *Annual Review of Genetics*, 40, 363-383.
- Xiaocheng, Y., Bochu, W., & Chuanren, D. (2003). Effects of sound stimulation on energy metabolism of *Actinidia chinensis* callus. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 30(1-2), 67-72.
- Yoshida, K., Ogawa, N., Kagawa, Y., Tabata, H., Watanabe, Y., Kenmotsu, T., Yoshikawa, Y., & Yoshikawa, K. (2013). Effect of low-frequency ultrasound on double-strand breaks in giant DNA molecules. *Applied Physics Letters*, 103(6), 063705.
- Yoshiyama, K.O. (2015). SOG1: a master regulator of the DNA damage response in plants. *Genes & Genetic Systems*, 90(4), 209-216.
- Yoshiyama, K.O., Sakaguchi, K., & Kimura, S. (2013). DNA damage response in plants: conserved and variable response compared to animals. *Biology*, 2(4), 1338-1356.
- Yu, J., Engeseth, N.J., & Feng, H. (2016). High intensity ultrasound as an abiotic elicitor-effects on antioxidant capacity and overall quality of romaine lettuce. *Food and Bioprocess Technology*, 9(2), 262-273.
- Yu, T., Yang, Y., Liu, S., & Yu, H. (2009). Ultrasound increases DNA damage attributable to cisplatin in cisplatin-resistant human ovarian cancer cells. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 33(3), 355-359.



# Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimek üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi

## Assessment of carbon dioxide emissions due to fuel consumption in lentil production in Southeastern Anatolia Region

Gürsel KÜSEK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara

### To cite this article:

Küsek, G. (2018). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimek üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 572-584. DOI: 10.29050/harranziraat.392120

### Address for Correspondence:

Gürsel KÜSEK  
e-mail:  
gkusek@gmail.com

### Received Date:

08.02.2018

### Accepted Date:

12.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Küresel iklim değişikliği nedeniyle, tarımsal üretim sistemleri için sera gazı analizlerinin enerji analizleriyle birlikte yapılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (GDAB) kuru koşullarda kırmızı mercimek üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları değerlendirilmiştir. GDAB'nde yer alan illerde toplam 165 kırmızı mercimek üreticisi ile yüz yüze anket yapılmış ve üretim işlemlerinde yakıt tüketimine ilişkin veriler toplanmıştır. Kırmızı mercimek üretimi sonucunda açığa çıkan CO<sub>2</sub> emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC) önerilen, yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplama yöntemi dikkate alınmıştır. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı (ha) başına toplam yakıt ve yağ tüketimi 144.34 l ha<sup>-1</sup> gerçekleşmektedir. Birim üretim alanında toplam yakıt ve yağ tüketimi, 5356.05 MJ ha<sup>-1</sup> enerji kullanımına karşılık gelmekte ve bu tüketim sonucunda hektar başına toplam 396.38 kgCO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> emisyonu gerçekleşmektedir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül yakıt tüketimi 0.137 l kg<sup>-1</sup>, özgül enerji üretkenliği 0.196 kg MJ<sup>-1</sup>, özgül CO<sub>2</sub> emisyonu 0.378 kgCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>, özgül tane verimi 7.27 kg l<sup>-1</sup>, özgül enerji tüketimi 5.1 MJ kg<sup>-1</sup> ve özgül verim 2.65 kg kgCO<sub>2</sub><sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mercimek, Yakıt tüketimi, Karbondioksit emisyonu, Güneydoğu Anadolu

### ABSTRACT

Due to global climate change, greenhouse gas analyzes for agricultural production systems are becoming more common with energy analyzes. In this study, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions in the South Eastern Anatolian Region (GDAB) due to fuel consumption in dry lentil production were evaluated. A total of 165 face-to-face surveys were conducted with a total of 165 red lentils producers in GDAB and data were collected on fuel consumption in production processes. The calculations to determine the CO<sub>2</sub> emissions released as a result of red lentil production are based on the proposed method of calculation of the fuel-based CO<sub>2</sub> emissions in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The total fuel and oil consumption per unit production area (ha) for different field applications in red lentil production is 144.34 l ha<sup>-1</sup> in GDAB. The total fuel and oil consumption in unit production corresponds to 5356.05 MJ ha<sup>-1</sup> of energy consumption, resulting in a total of 396.38 kg CO<sub>2</sub> emissions per hectare. The specific fuel consumption, the specific energy productivity, the specific CO<sub>2</sub> emission, the specific grain yield, the specific energy consumption and the specific yield in the production of red lentils in GDAB were determined to be 0.137 l kg<sup>-1</sup>, 0.196 kg MJ<sup>-1</sup>, 0.378 kgCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>, 7.27 kg l<sup>-1</sup>, 5.1 MJ kg<sup>-1</sup> and 2.65 kg kgCO<sub>2</sub><sup>-1</sup>, respectively.

**Key Words:** Lentil, Fuel consumption, Carbon dioxide emission, Southeastern Anatolia,

## Giriş

Endüstri devriminin başlangıcından bu yana gerçekleşen insan faaliyetleri, atmosferdeki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve diğer sera gazlarının konsantrasyonlarının artmasına neden olmuştur (IPCC, 2013). Tarımsal üretimin verimliliği ve karlılığı enerji tüketimine bağlıdır. Günümüzde tarımsal üretim teknolojileri hızla gelişmekte ve daha yüksek kârlılık hedeflemektedir. Bununla birlikte, tüm çabalara rağmen, traktörlerin ve diğer tarım makinalarının yakıt ve motor yağı tüketiminden kaynaklanan egzoz emisyonları halen izin verilen limitleri aşmaktadır. Tarım alet ve makinalarının güç ve tasarım özelliklerinin, yapılan üretim işlemlerine uygun olarak seçilmemesi ve motorların aşırı yüklenmesi nedeniyle işletme koşullarının uygun olmamasının çevre üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bu gibi durumlarda, egzoz emisyonlarındaki zararlı maddeler, petrol ürünleri ve dumanlar atmosfere salınır. Bu emisyonlar doğal ekosistemlere önemli düzeyde zarar verir (Öztürk ve ark., 2017).

Doğrudan ve dolaylı fosil yakıt tüketimi, başta karbondioksit (CO<sub>2</sub>), nitrik oksit (N<sub>2</sub>O) ve metan (CH<sub>4</sub>) olmak üzere değişik sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır. Tarım ve diğer insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları, atmosferik kızılötesi ışınım ve ısı enerjisini soğurarak dünya yüzeyini ısıtmaktadır. Bu ısınma etkisi, 20. yüzyılda yeryüzünde küresel sıcaklığın artmasına neden olmuştur. Fosil yakıt kullanımı, insan etkisi ile oluşan sera gazı emisyonlarının % 75'inden daha fazlasına neden olmaktadır. Günümüzde tarımsal üretimi büyük oranda yenilenemez fosil yakıtların tüketimine dayanmaktadır. Fosil enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> ve diğer sera gazlarının salınması yoluyla çevreye doğrudan olumsuz etkilere neden olur. Tarımsal üretimde, fosil enerjinin kullanımını azaltarak sürdürülebilir tarımsal ürün üretimi çok önemlidir. Sürdürülebilir tarımsal üretim, tarımsal üretim işlemlerinde enerjiyi daha etkin kullanarak ve fosil yakıt kullanımı azaltılarak gerçekleştirilebilir. Daha az fosil enerjiye ihtiyaç duyan ve aynı zamanda tatmin edici bir verimlilik sağlayan ve sera gazı

emisyonlarını azaltacak sürdürülebilir üretim sistemleri geliştirmek için, tarımsal sistemlerde fosil enerjinin verimli kullanılması gerekmektedir (Öztürk ve Vulkan, 2017).

Tarım sektörü, küresel enerji kullanımı ve sera gazı emisyonlarına önemli düzeyde katkıda bulunmaktadır. Giderek artan dünya nüfusunu beslemek için daha fazla tarımsal üretim gerekecektir. Bu durumda, tarımın çevreye olan olumsuz etkileri de artacaktır. Tarım sektörü, dünya genelinde 2014 yılında sera gazı emisyonlarının % 9'u tarımsal üretim işlemlerinden kaynaklanmıştır (IPCC, 2013). Karbondioksit emisyonları çeşitli doğal kaynaklardan kaynaklanmakla birlikte, endüstri devriminden bu yana atmosferde meydana gelen emisyon artışları insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Tarımsal arazi kullanımı ve bitki örtüsü değişiklikleri, yıllık küresel CO<sub>2</sub> emisyonlarının yaklaşık % 20'sini oluşturmaktadır. Tarımsal faaliyetten kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonlarının önemli bir kısmı korumalı ve azaltılmış tarımsal üretim işlemleriyle azaltılabilir (IPCC, 2011). Tarımsal faaliyetler, küresel boyutta yaklaşık 35%'lik emisyon payı ile önemli bir sera gazı kaynağıdır (Tubiello ve ark., 2013). Tarımsal üretim, karbon ve azot dengelerine katkı yaptığı için karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) ve nitrik oksit (N<sub>2</sub>O) gibi sera gazları tarımsal işlemlerin başlıca sonuçlarıdır.

CO<sub>2</sub> emisyonu 1990 yılında 20.9 Gt (Gigaton) iken 2007 yılında 28.8 Gt'a yükselmiş olup, yıllık % 1.5 artış oranı ile 2020 yılında 34.5 Gt düzeyine, 2030 yılında ise 40.2 Gt düzeyine yükseleceği tahmin edilmektedir (Li, 2016). Bunun yanında, gelişmekte olan ülkelerin gelecek 20 yılda yapacakları enerji üretimi sebebiyle ortaya çıkacak sera gazlarının, % 50 civarında artması beklenmektedir (Özer, 2016). Fosil yakıtların; sera gazı emisyon şiddetlerinin arttırması dışında, asit yağmuruna sebep olması, sera etkisini artırması, uçucu organik bileşikler ve radyoaktif maddeler açığa çıkarması ve ozon tabakasına zarar vermesi gibi olumsuz sonuçları da kullanımları sırasında meydana getirmektedir (Yılmaz, 2005). Son üç yılda yaklaşık olarak sabit kalan, küresel CO<sub>2</sub>

emisyonlarının 2017 yılında tekrar yükselebileceği öngörülmektedir. Global Carbon Project (GCP, 2017) tarafından, henüz kesinleşmemiş verilere dayalı olarak yapılan açıklamaya göre, insan faaliyetleri kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonları 2017 yılında % 2 oranında artış gösterecek. Bu artışta ana etken ise Çin'de kömür tüketiminin tekrar artış eğilimine girmiş olmasıdır. 2017 yılında CO<sub>2</sub> emisyonları % 3.5 oranında yükselecek olan Çin, küresel emisyonların % 30'undan tek başına sorumlu olacaktır. ABD ve Avrupa ülkelerinin ekonomilerinin karbonsuzlaştırmada yavaş kalmaları, emisyonların yükselmesinde diğer önemli bir etken olacağı bildirilmektedir. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> yoğunluğu 2017 yılı Kasım ayı ortalaması 406.82 ppm olarak gerçekleşmiştir (YE, 2018). ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresine bağlı olarak Havai'de faaliyet gösteren Mauna Loa İstasyonu verilerine göre, aynı değer 2016'nın Aralık ayında ise 404.42 ppm olarak gerçekleşmiştir. Atmosferdeki milyon parçacık

içindeki CO<sub>2</sub> yoğunluğunu gösteren bu değer 350 ppm'i aşması iklim değişikliği açısından güvenilir sınırın aşıldığı anlamına gelmektedir. Bu değer Mauna Loa İstasyonu'nda ilk ölçümün yapıldığı 1958 yılının Mart ayında 317.71 ppm olarak belirlenmiştir. 350 ppm'lik güvenilir sınır aylık ortalama bakımından ilk defa 1988'in Ocak ayında ölçülen 350.39 ppm ile aşılmıştır. Sanayileşme öncesi 280 ppm düzeyinde olan bu değer son 800 bin yıldır 300 ppm seviyesini aşmamıştır (YE, 2018).

Türkiye'de 2010–2016 yılları arasında kırmızı ve yeşil mercimek; ekim alanları, üretim miktarları ve verim değerlerinin değişimi Çizelge 1'de verilmiştir. Belirtilen yıllar arasındaki 6 yıllık dönemde ortalama olarak 222 085.6 ha alanda kırmızı mercimek üretimi yapılmıştır. Kırmızı mercimek üretimi ortalama 373 857 ton olarak gerçekleşmiştir. Kırmızı mercimek için 6 yıllık ortalama verim 1 700 kg ha<sup>-1</sup> düzeyindedir.

Çizelge 1. Türkiye'de mercimek üretim alanları ve verim değerleri (TİK, 2016)

Table 1. *Lentil production area and production values*

Yıllar Years	Üretim alanı (da) Sown area (da)		Üretim miktarı (ton) Production (ton)		Verim (kg da <sup>-1</sup> ) Yield (kg da <sup>-1</sup> )	
	Kırmızı Red	Yeşil Green	Kırmızı Red	Yeşil Green	Kırmızı Red	Yeşil Green
2010	2 116 000	228 922	422 000	25 400	199	111
2011	1 923 225	225 248	380 000	25 952	198	115
2012	2 147 875	226 903	410 000	28 000	191	123
2013	2 605 000	206 783	395 000	22 000	152	106
2014	2 324 461	170 476	325 000	20 000	140	117
2015	2 074 690	163 881	340 000	20 000	164	122
2016	2 354 743	167 617	345 000	20 000	147	119
Ortalama Average	2 220 856	198 547	373 857	23 050	170	116

Güney Doğu Anadolu Bölgesi (GDAB) ülkemizin önemli bir tarımsal üretim bölgesidir. GDAB'nde yetiştirilen başlıca tarımsal ürünler; buğday, pamuk, arpa ve kırmızı mercimek olup, bu ürünler bölgede yapılan tarımsal üretimin % 75'ini oluşturmaktadır. GDAB'nde baklagillerin ekim alanı toplam ekim alanının % 25'ini kapsamaktadır. Yemelik dane baklagiller içerisinde ise kırmızı mercimek % 85'lik ekim sahası ile birinci sırada yer almaktadır. Küresel iklim değişikliği nedeniyle, sera gazı analizlerinin tarımsal üretim sistemleri için enerji analizleriyle

birlikte yapılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, GDAB'nde kuru koşullarda kırmızı mercimek üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen CO<sub>2</sub> emisyonları değerlendirilmiştir. Kırmızı mercimek üretimi sonucunda açığa çıkan CO<sub>2</sub> emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde (IPCC, 1996) önerilen, *yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplama yöntemi* dikkate alınmıştır.



## Materyal ve Metot

### Materyal

Çalışmanın esas materyalini GDAB'nde kırmızı mercimek üreticileriyle yüz yüze anket yapılarak toplanan birincil veriler oluşturmaktadır. Anket sayısının belirlenmesi için, örnekleme büyüklüğü eşitlik (1)'de formülü verilen *Neyman* yöntemi (Yamane, 1967) ile hesaplanmıştır.

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

Bu eşitlikte;

- $n$  örnek hacmi,
- $N$  toplam üretici sayısı,
- $N_h$  tabakadaki üretici sayısı,
- $D$   $d/z$
- $d$  öngörülen sapma miktarı,
- $z$  standart normal dağılım değeri ve
- $S_h^2$  tabaka varyansdır.



Şekil 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GDAB) haritası  
Figure 1. Map of Southeastern Anatolia region

GDAB'nde anket uygulanacak örnek sayısı, ortalamadan % 5 sapma ve % 95 güven derecesi ile belirlenmiştir. GDAB'nde yer alan (Şekil 1); Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerinde toplam 165 kırmızı mercimek üreticisi ile yüz yüze anket yapılmış ve üretim işlemlerinde yakıt tüketimine ilişkin veriler toplanmıştır. Anket yapılan üreticilerin % 5'i 5 ha'dan daha az, % 50'si ise 10 ha'dan daha az üretim alanına sahiptir. Anket uygulanan üreticilerin sadece % 6'sı, 50 ha'dan daha fazla üretim alanına sahiptirler. Ortalama işletme büyüklüğü 18.3 ha olup, bu işletmelerin % 37.2'sinde sulu tarım yapılmaktadır.

### Mercimek yetiştirme tekniği

#### Toprak hazırlığı

Mercimek yetiştiriciliğinde toprak işleme iki farklı yöntemle yapılır. Tahıl hasadından sonra, toprak gölge tavındayken, 15-20 cm derinlikte ilk sürüm yapılarak anız bozma işlemi yapılır. Sonbahara kadar beklenir. İlk yağmurlar düşüp toprak tava geldiğinde ve yabancı otlar çimlenmeye başladığında mercimek ekilecek olan ikinci bir toprak işlemeden geçirilir. İkileme kültivatör + tapan veya gobledisk + tapan formülasyonlarından biri ile yapılarak mercimek için gerekli olan tohum yatağı hazırlanır. İkinci yöntem ise; tahıl hasadından sonra anız bozma işlemi yapılmamışsa, sonbahara kadar tarla hiç bir işlem yapılmadan bekletilir. Sonbaharın ilk yağmurları düşüp, yabancı otlar çimlenmeye başladığında ve toprak tava iken, 15-20 cm derinlikte pullukla toprak işleme yapılır. Bunun arkasından kültivatör + tapan veya goble disk + tapan kombinasyonlarından birisi ile ikinci bir toprak işleme yapılarak ekime hazır hale getirilir.

#### Ekim

Mercimeğin ekim zamanı iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, genellikle Ekim ayı ortalarında Kasım ayı sonlarına kadar ekimi yapılmaktadır. Ekim işlemi mibzerle yapılmaktadır. Ekimde tohumluk olarak yerli çeşit kullanılıyorsa 9 kg da<sup>-1</sup> tohum kullanılır. Ekim derinliği toprağın yapısına bağlı olarak 4-5 cm arasında değişir. Ekim işlemi, 15-20 cm sıra arası mesafelerde yapılmaktadır. Mercimek ekiminden sonra merdane geçirilerek, toprak yüzeyinin düz olmasını sağlanmaktadır.

#### Gübreleme

Bölge için 2-3 kg da<sup>-1</sup> saf azot (N) olarak önerilmektedir. Azotlu gübrelerdeki durumun aksine mercimeğin fosforlu (P) gübrelere olan gereksinimi oldukça fazladır. Bölgede araştırma kuruluşlarınca yapılan çalışmalar sonucunda ekonomik gübre seviyesi 10 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olarak belirlenmiştir. Gübrelemede %18 N ve %46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeren diamonyum fosfat gübresinin kullanılmaktadır. Ancak fosforlu gübrelerin

tohumla karıştırılarak verilmesi, tohumların çimlenme ve çıkışı üzerinde olumsuz etkisi olduğundan, bu olumsuz etkiyi önlemek için gübrelerin tohum sıralarının yan ve biraz alt kısmına gelecek biçimde (bant halinde) verilmektedir.

**Sulama:** Mercimek kuru şartlarda yetiştiriciliği yapılan bir bitkidir. Bu yüzden sulama yapılmamaktadır. Aşırı kurak geçen yıllarda imkan olursa 1-2 su verilmektedir.

#### Bakım

Mercimek yetiştiriciliğinde üstün verim alınmasını engelleyen en önemli unsur yabancı otlardır. Bu nedenle, mercimek ekimi ilk yağmurlardan sonraya bırakılmakta ve yabancı otlar çimlenip tarla bir daha işlendikten sonra ekim yapılmaktadır. Mercimek tohum böceği, apion ve mercimek hortumlu böceği gibi zararlılara mücadele yapılmaktadır.

#### Hasat, harman ve depolanması

Bölgede hasat zamanı mayıs ayı ortasında başlayıp sonuna kadar devam etmektedir. Mercimek hasadı; tırpan, çayır biçme makinası ve biçerdöverle yapılmaktadır. Hasat edilen ürün, daha sonra harman yerlerine taşınarak harman edilir, temizlenir, çuvallanır. Verim, kuru koşullarda 105-120 kg da<sup>-1</sup>, sulu koşullarda ise 180-200 kg da<sup>-1</sup> olmaktadır.

#### Analitik yöntem

##### Mercimek Üretiminde Doğrudan Enerji Girdilerinin Belirlenmesi

GDAB'nde kuru koşullarda mercimek üretimindeki doğrudan enerji girdileri, üretim işlemleri sırasında kullanılan traktör ve hasat işleminde kullanılan biçerdöverin yakıt ve yağ tüketimleri dikkate alınarak incelenmiştir. Bu anlamda, üretim işlemleri sırasında, tarım alet ve makinaları tarafından tüketilen yakıt ve yağ enerjileri doğrudan enerji tüketimi olarak değerlendirilmiştir (Eşitlik 2).

$$ET = E_{yk} + E_{yg} \quad (2)$$

Burada;

$E_{T}$  doğrudan enerji tüketimi(MJ ha<sup>-1</sup>),  
 $E_{yk}$  alan başına yakıt enerjisi tüketimi (MJ ha<sup>-1</sup>) ve  
 $E_{yg}$  alan başına yağ enerjisi tüketimidir (MJ ha<sup>-1</sup>).

#### Yakıt Enerjisi

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde, tarım alet ve makinaları ile gerçekleştirilen üretim işlemleri sırasında, traktör tarafından tüketilen yakıt miktarı üreticilerle yapılan anket çalışmaları ile belirlenmiştir. Kuru koşullarda mercimek üretiminde birim üretim alanı (ha) için tüketilen yakıt enerjisi miktarı, üretim işlemleri sırasında traktör tarafından tüketilen yakıt miktarı ve tüketilen kırsal motorinin ısı değerine bağlı olarak eşitlik (3) ile hesaplanmıştır.

$$E_{yk} = (m_{ykt} + m_{ykb}) \times LHV_{yk} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Burada;

$E_{yk}$  alan başına yakıt enerjisi tüketimi (MJ ha<sup>-1</sup>),  
 $m_{ykt}$  alan başına traktörün yakıt tüketimi (l ha<sup>-1</sup>),  
 $m_{ykb}$  alan başına biçerdöverin yakıt tüketimi (l ha<sup>-1</sup>) ve  
 $LHV_{yk}$  yakıtın alt ısı değeridir (MJ l<sup>-1</sup>).

#### Yağ Enerjisi

Kırmızı mercimek üretiminde motor yağı tüketimi nedeniyle gerçekleşen yağ enerjisi girdisi, üretim işlemleri sırasında kullanılan tarım traktörünün ve hasat işleminde kullanılan biçerdöverin saatlik yağ tüketimi ve alan iş verimi değerleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Birim üretim alanı başına toplam yağ enerjisi tüketimi eşitlik (4) ile hesaplanmıştır.

$$E_{yg} = [m_{ygt} + m_{ygb}] \times LHV_{yg} \quad (4)$$

Burada;

$E_{yg}$  = alan başına yağ enerjisi tüketimi (MJ ha<sup>-1</sup>),  
 $m_{ygt}$  = alan başına traktörün yağ tüketimi (l ha<sup>-1</sup>),  
 $m_{ygb}$  alan başına biçerdöverin yağ tüketimi (l ha<sup>-1</sup>) ve  
 $LHV_g$  = yağın alt ısı değeridir (MJ l<sup>-1</sup>).

Tarım traktörünün saatlik yağ tüketimi, traktörün en yüksek kuyruk mili gücüne bağlı olarak eşitlik (5) ile belirlenmiştir (Öztürk, 2010).

$$m_{ykt} = 0.00059 \times KMG_{max} + 0.02169 \quad .. (5)$$

Burada;

$m_{ykt}$  traktörün saatlik yağ tüketimi ( $l h^{-1}$ )  
ve

$KM$  traktörün maksimum kuyruk mili  
 $G_{max}$  gücüdür (kW).

Kırmızı mercimek üretim işlemleri için kullanılan tarım traktörünün maksimum kuyruk mili gücü ( $KMG_{max}$ ), traktör anma gücünün ( $TAG$ , kW) % 88'i olarak dikkate alınmış ve eşitlik (6) ile belirlenmiştir (Sabancı ve ark., 2010).

$$KMG_{max} = 0.88 \times TAG \quad .... (6)$$

Mercimek hasadında kullanılan biçerdöverin saatlik yağ tüketimi, motor gücüne bağlı olarak eşitlik (7) ile belirlenmiştir (ASAE, 1994).

$$m_{ygb} = 0.004 \times P_b \quad ..... (7)$$

Burada;

$m_{gb}$  = biçerdöver yağ tüketimi ( $l h^{-1}$ ) ve  
 $P_b$  = biçerdöver motorunun gücüdür (kW).

Tarım alet ve makinaları ile tarlada üretim işlemleri sırasında traktör ve biçerdöver motoru tarafından tüketilen motorin ve yağlama yağının ısı değerleri sırasıyla,  $37.1 MJ l^{-1}$  ve  $38.2 MJ l^{-1}$  olarak dikkate alınmıştır (IPCC, 1996).

#### Karbondioksit Emisyonlarının Hesaplanması

Fosil yakıt yakan bütün motorlu taşıtlardan açığa çıkan  $CO_2$  emisyonları, tüketilen yakıt miktarı ve kat edilen mesafe dikkate alınarak hesaplanabilir. Tüketilen yakıt miktarı dikkate alınarak  $CO_2$  emisyonlarının hesaplanması yönteminde, yakıt tüketimi değeri her yakıt türü için  $CO_2$  emisyon faktörü ile çarpılır. Bu emisyon faktörü, yakıtın ısı değeri ve yakıtta okside olan karbon fraksiyonu ve karbon içeriğine bağlı olarak

geliştirilir. Bu yaklaşımda ortalama yakıt tüketimi verileri kullandığından, *yakıt esaslı  $CO_2$  emisyonu hesaplama yöntemi* olarak tanımlanır. Yakıt tüketimi esaslı yaklaşım, yakıt tüketiminin hesaplanmasını sağlayan araç etkinliği verileri ve yakıt ekonomisi faktörleri dikkate alınarak uygulanabilir. Mesafeye dayalı yöntemle emisyonların hesaplanmasında, mesafeye dayalı emisyon faktörleri dikkate alınır. Tüketilen yakıtla ilişkin veriler genellikle daha güvenilir olduğu için, *yakıt esaslı  $CO_2$  emisyonu hesaplama yöntemi* tercih edilen bir yaklaşımdır. Bununla birlikte,  $CO_2$  tahminlerinde belirsizlik düzeyin oldukça yüksek seviyelerde olabileceği için, mesafe dayalı yöntem son çare olarak kullanılmalıdır.

#### Yakıt Isıl Değeri ve Emisyon Faktörlerini Seçimi

Yakıt tüketimi verileri olarak, GDAB'nde geleneksel olarak kırmızı mercimek üretim işlemlerinde birim üretim alanı (ha) için tüketilen dizel yakıtı değerleri dikkate alınmıştır. Traktörün motorunun yağlama yağı tüketimi de dikkate alınarak, yağ tüketimine ilişkin  $CO_2$  emisyonları da hesaplanabilir. Dizel yakıtı ve motor yağının ısı değerleri ile yakıt türüne bağlı  $CO_2$  emisyon faktörleri için Çizelge 2'de verilen değerler kullanılmıştır.

Çizelge 2. Dizel yakıtı ve yağlama yağının ısı değerleri ve karbondioksit ( $CO_2$ ) emisyon faktörleri (IPCC, 1996)

Table 2. Thermal values and  $CO_2$  emission factors of diesel fuel and oil

Yakıt Fuel	Alt ısı değeri Lower heating value ( $GJ l^{-1}$ )	$CO_2$ emisyon faktörü $CO_2$ emission factor ( $kg_{CO_2} GJ^{-1}$ )
Dizel	0.0371	74.01
Motor yağı	0.0382	73.28

#### Karbondioksit Emisyonlarının Hesaplanması

GDAB'nde kırmızı mercimek üretimi sonucunda açığa çıkan  $CO_2$  emisyonlarının belirlenmesi için yapılan hesaplamalarda, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinde önerilen, *yakıt esaslı  $CO_2$  emisyonu hesaplama yöntemi* dikkate alınmıştır (IPCC, 1996). Yakıt tüketimine dayalı  $CO_2$  emisyonlarının hesaplanması için önerilen yaklaşım aşağıdaki eşitlik (8) ve (9)'da özetlenmiştir.

*Toplam CO<sub>2</sub> emisyonu = Yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonları + Yağ esaslı CO<sub>2</sub> emisyonları*

*CO<sub>2</sub> emisyonları = Kullanılan yakıt miktarı × Yakıtın alt ısı değeri × Emisyon faktörü*

*Yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonları = Kullanılan dizel miktarı × Alt ısı değeri × Emisyon faktörü*

*Yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonları =  $l \text{ ha}^{-1} \times 0.0371 \text{ GJ l}^{-1} \times 74.01 \text{ kg}_{\text{CO}_2} \text{ GJ}^{-1}$ .....(8)*

*Yakıt esaslı CO<sub>2</sub> emisyonları =  $\text{kg}_{\text{CO}_2} \text{ ha}^{-1}$*

*Yağ esaslı CO<sub>2</sub> emisyonları = Kullanılan yağ miktarı × Alt ısı değeri × Emisyon faktörü*

*Yağ esaslı CO<sub>2</sub> emisyonları =  $l \text{ ha}^{-1} \times 0.0382 \text{ GJ l}^{-1} \times 73.28 \text{ kg}_{\text{CO}_2} \text{ GJ}^{-1}$  .....(9)*

*Yağ esaslı CO<sub>2</sub> emisyonları =  $\text{kg}_{\text{CO}_2} \text{ ha}^{-1}$*

*Kırmızı mercimek üretimi için özgül değerlerin hesaplanması*

*Özgül yakıt tüketiminin hesaplanması*

Herhangi bir ürünün üretimi için özgül yakıt tüketimi, üretilen birim ürün için ne kadar yakıt tüketildiğini belirtir ve eşitlik (10) ile tanımlanır:

$$\text{ÖYT} = \frac{YT}{\text{ÜM}} = \frac{l_{yk}}{kg_{ur}} \quad (10)$$

Burada;

ÖYT = Özgül yakıt tüketimi ( $l_{yk} \text{ kg}_{ur}^{-1}$ ),  
YT = Tüketilen yakıt miktarı ( $l_{yk}$ ) ve  
ÜM = Üretilen ürün miktarıdır ( $kg_{ur}$ ).

*Özgül Tane Veriminin Hesaplanması*

Herhangi bir ürünün üretimi için özgül tane verimi, özgül yakıt tüketimi değerinin tersi olup, üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarı başına ne kadar ürün üretildiğini belirtir ve eşitlik (11) ile tanımlanır:

$$\text{ÖTV} = \frac{YT}{\text{ÜM}} = \frac{l_{yk}}{kg_{ur}} \quad (11)$$

Burada;

ÖTV = Özgül tane verimi ( $kg_{ur} \text{ l}_{yk}^{-1}$ ),  
YT = Tüketilen yakıt miktarı ( $l_{yk}$ ) ve  
ÜM = Üretilen ürün miktarıdır ( $kg_{ur}$ ).

*Özgül Karbondioksit Emisyonunun Hesaplanması*

Herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen özgül CO<sub>2</sub> emisyonu, üretilen birim ürün için ne kadar CO<sub>2</sub> emisyonu oluştuğunu belirtir ve eşitlik (12) ile tanımlanır:

$$\text{ÖCE} = \frac{CE}{\text{ÜM}} = \frac{kg_{\text{CO}_2}}{kg_{ur}} \quad (12)$$

Burada;

ÖCE = Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu ( $kg_{\text{CO}_2} \text{ kg}_{ur}^{-1}$ ),  
CE = CO<sub>2</sub> emisyonu ( $kg_{\text{CO}_2}$ ) ve  
ÜM = Üretilen ürün miktarıdır ( $kg_{ur}$ ).

*Özgül Verimin Hesaplanması*

Herhangi bir ürünün üretim işlemleri sırasında gerçekleşen özgül verim, üretim işlemlerinde yakıt ve yağ tüketimine ilişkin oluşan birim CO<sub>2</sub> emisyonu başına ne kadar ürün üretildiğini belirtir ve eşitlik (13) ile tanımlanır:

$$\text{ÖV} = \frac{\text{ÜM}}{CE} = \frac{kg_{ur}}{kg_{\text{CO}_2}} \quad (13)$$

Burada;

ÖV = Özgül verim ( $kg_{ur} \text{ kg}_{\text{CO}_2}^{-1}$ ),  
CE = CO<sub>2</sub> emisyonu ( $kg_{\text{CO}_2}$ ) ve  
ÜM = Üretilen ürün miktarıdır ( $kg_{ur}$ ).

*Özgül Enerji Tüketiminin Hesaplanması*

Herhangi bir ürünün üretiminde gerçekleşen özgül enerji tüketimi, üretim sonucunda elde edilen ürünün birim miktarı başına, üretim işlemlerinde yakıt ve yağ tüketimine ilişkin ne kadar enerji kullanıldığını belirtir ve eşitlik (14) ile tanımlanır:

$$\text{ÖET} = \frac{TEM}{\text{ÜM}} = \frac{kg_{ur}}{MJ} \quad (14)$$

Burada;

ÖET = Özgül enerji tüketimi ( $MJ \text{ kg}_{ur}^{-1}$ ),  
ÜM = Üretilen ürün miktarı ( $kg_{ur}$ ) ve  
TEM = Tüketilen enerji miktarı (MJ).

### Özgül Enerji Üretkenliğinin Hesaplanması

Herhangi bir ürünün üretiminde gerçekleşen özgül enerji üretkenliği, özgül enerji tüketiminin tersi olup, üretim işlemlerinde yakıt ve yağ tüketimine ilişkin kullanılan birim enerji başına ne kadar ürün üretildiğini belirtir ve eşitlik (15) ile tanımlanır:

$$\text{ÖEÜ} = \frac{\text{ÜM}}{\text{TEM}} = \frac{\text{kg}_{ur}}{\text{MJ}} \quad (15)$$

Burada;

ÖEÜ = Özgül enerji üretkenliği (kg<sub>ur</sub> MJ<sup>-1</sup>),

ÜM = Üretilen ürün miktarı (kg<sub>ur</sub>) ve

TE = Tüketilen enerji miktarı (MJ).

M

### Bulgular ve Tartışma

#### Yakıt Tüketimi ve Karbondioksit Emisyonu

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına (ha) yakıt ve yakıt enerjisi tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde birim alan (ha) başına toplam 143 l dizel yakıtı tüketilmektedir. Kullanılan bu değerdeki yakıt miktarına karşılık olarak, birim alan (ha) için

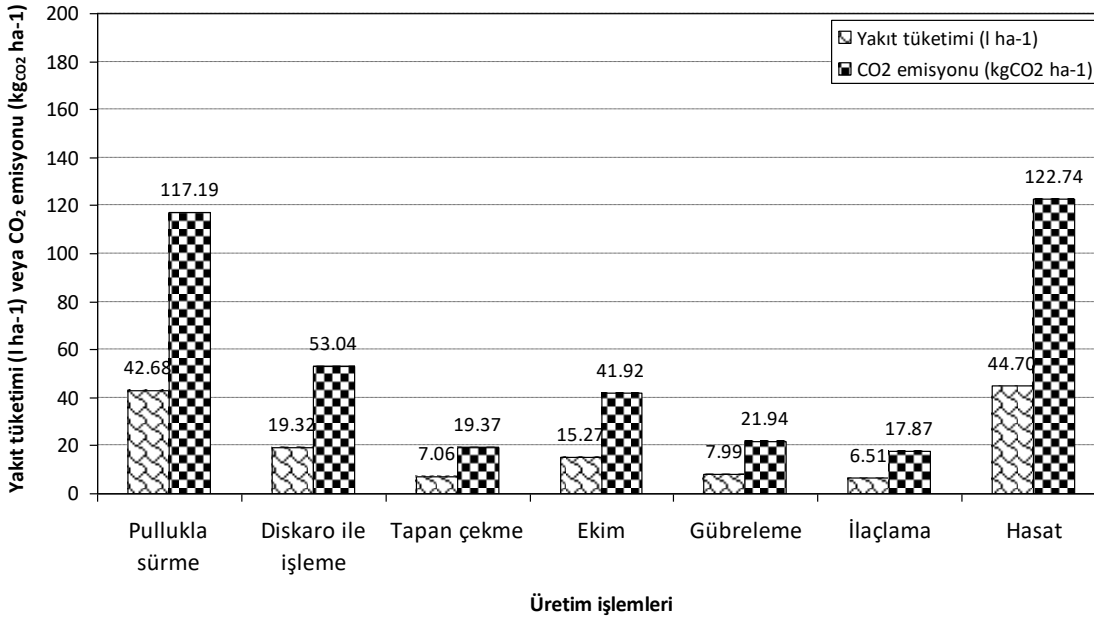
toplam 5324.5 MJ yakıt enerjisi tüketilmektedir. Kırmızı mercimek üretim işlemleri arasında, en fazla yakıt tüketimi (44.7 l ha<sup>-1</sup>) hasat işleminde gerçekleşmektedir. Pullukla 15–20 cm derinlikte toprak işleme sırasında 42.68 l ha<sup>-1</sup> yakıt tüketimi gerçekleşmekte ve bu değer toplam yakıt enerjisinin % 29.74'ü oranında (1583.38 MJ ha<sup>-1</sup>) enerji tüketimine karşılık gelmektedir (Çizelge 3). Kırmızı mercimek üretiminde yakıt enerjisi tüketimi bakımından, pullukla toprak işlemini sırasıyla, diskaro uygulaması (19.32 l ha<sup>-1</sup> ve 716.65 MJ ha<sup>-1</sup>) ve ekim işlemi (15.27 l ha<sup>-1</sup> ve 566.37 MJ ha<sup>-1</sup>) izlemektedir.

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına yakıt tüketimi ve yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Kırmızı mercimek üretiminde birim üretim alanı (ha) başına toplam 394.07 kg CO<sub>2</sub> emisyonu oluşmaktadır. En fazla yakıt tüketimi gerçekleşen iki işlem olan biçerdöverle hasat ve pullukla sürme işlemlerinde en fazla CO<sub>2</sub> emisyonu oluşmaktadır. Birim üretim alanı (ha) CO<sub>2</sub> emisyonu hasat işleminde 122.74 kg, pullukla sürme işleminde ise 117.19 kg olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına yakıt ve yakıt enerjisi tüketimi değerleri

Table 3. Values of fuel and fuel energy consumption per unit production area for different field applications in red lentil production

Üretim işlemleri Applications	Yakıt tüketimi Fuel consumption (l ha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji eşdeğeri Energy equivalent (MJ ha <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> emisyonu CO <sub>2</sub> emission (kg <sub>CO2</sub> ha <sup>-1</sup> )	Toplam değere oranı Ratio (%)
Pullukla sürme	42.68	1583.38	117.19	29.74
Diskaro ile işleme	19.32	716.65	53.04	13.46
Tapan çekme	7.06	261.78	19.37	4.92
Ekim	15.27	566.37	41.92	10.64
Gübreleme	7.99	296.42	21.94	5.57
İlaçlama	6.51	241.52	17.87	4.54
Hasat	44.70	1658.37	122.74	31.15
<i>Toplam</i>	<i>143.52</i>	<i>5324.5</i>	<i>394.07</i>	<i>100</i>



Şekil 2. Kırmızı mercimek üretim işlemlerinde yakıt tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu  
Figure 2. Fuel consumption and CO<sub>2</sub> emission for red lentil production processes

### Yağ Tüketimi ve CO<sub>2</sub> Emisyonu

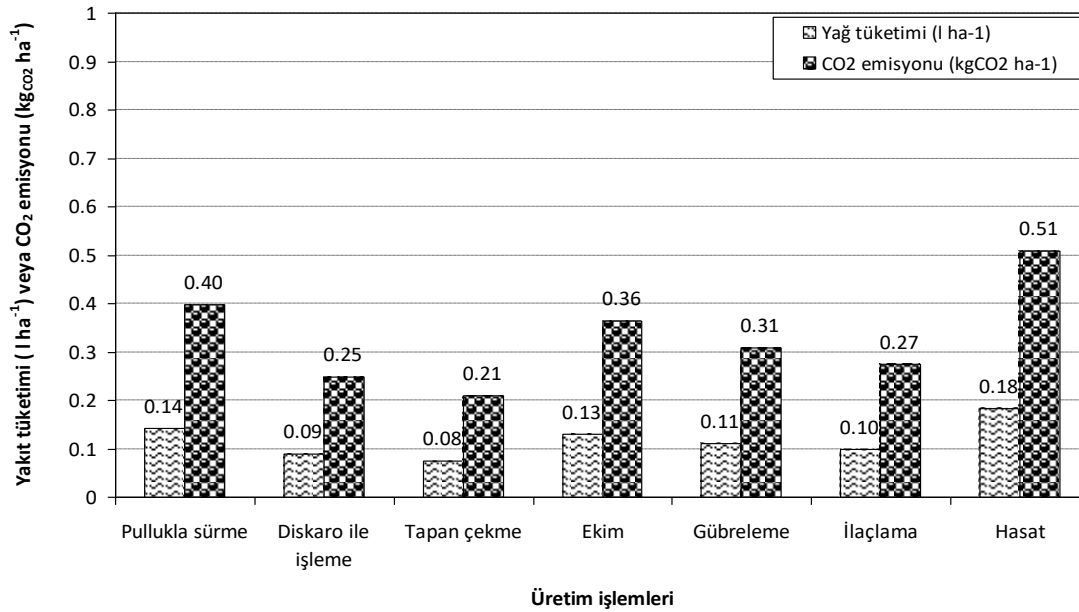
GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı (ha) başına yağ ve yakıt enerjisi tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde birim alan (ha) başına toplam 0.83 litre traktör ve biçerdöver motorları için yağlama yağı tüketilmektedir. Kullanılan bu değerdeki yağ miktarına karşılık olarak, birim alan (ha) için toplam 31.55 MJ yakıt

enerjisi tüketilmektedir. Kırmızı mercimek üretim işlemleri arasında, en fazla yağ tüketimi (0.182 l ha<sup>-1</sup>) hasat işleminde gerçekleşmektedir. Pullukla 20–25 cm derinlikte toprak işleme sırasında 0.142 l ha<sup>-1</sup> yakıt tüketimi gerçekleşmektedir (Çizelge 3). Kırmızı mercimek üretiminde yağ enerjisi tüketimi bakımından, pullukla toprak işlemini sırasıyla, ekim işlemi (0.13 l ha<sup>-1</sup> ve 4.97 MJ ha<sup>-1</sup>) gübre uygulaması (0.11 l ha<sup>-1</sup> ve 4.20 MJ ha<sup>-1</sup>) ve izlemektedir.

Çizelge 4. Kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına yağ ve yağ enerjisi tüketimi değerleri

Table 4. Values of oil and oil energy consumption per unit production area for different field applications in red lentil production

Üretim İşlemleri Applications	Hektar (ha) başına yakıt tüketimi Fuel consumption (l ha <sup>-1</sup> )	Toplam enerji eşdeğeri Energy equivalent (MJ ha <sup>-1</sup> )	CO <sub>2</sub> emisyonu CO <sub>2</sub> emissions (kgCO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup> )
Pullukla sürme	0.142	5.42	0.40
Diskaro ile işleme	0.089	3.40	0.25
Tapan çekme	0.075	2.87	0.21
Ekim	0.13	4.97	0.36
Gübreleme	0.11	4.20	0.31
İlaçlama	0.098	3.74	0.27
Hasat	0.182	6.95	0.51
<i>Toplam</i>	<i>0.83</i>	<i>31.55</i>	<i>2.31</i>



Şekil 3. Kırmızı mercimek üretim işlemlerinde yağ tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu  
Figure 3. Oil consumption and CO<sub>2</sub> emission for red lentil production processes

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı başına yağ tüketimi ve yağ tüketimi sonucunda gerçekleşen CO<sub>2</sub> emisyonu değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Kırmızı mercimek üretiminde birim üretim alanı (ha) başına toplam 2.31 kgCO<sub>2</sub> emisyonu oluşmaktadır. Yakıt tüketiminde olduğu gibi, en fazla yağ tüketimi gerçekleşen iki işlem olan biçerdöverle hasat ve pullukla sürme işlemlerinde en fazla CO<sub>2</sub> emisyonu oluşmaktadır. Motor yağı tüketimi sonucunda gerçekleşen birim üretim alanı (ha) CO<sub>2</sub> emisyonu, hasat işleminde 0.51 kg, pullukla sürme işleminde ise 0.40 kg olarak belirlenmiştir.

#### Yakıt ve Yağ Tüketimine Karşılık Toplam Enerji Kullanımı ve CO<sub>2</sub> Emisyonu

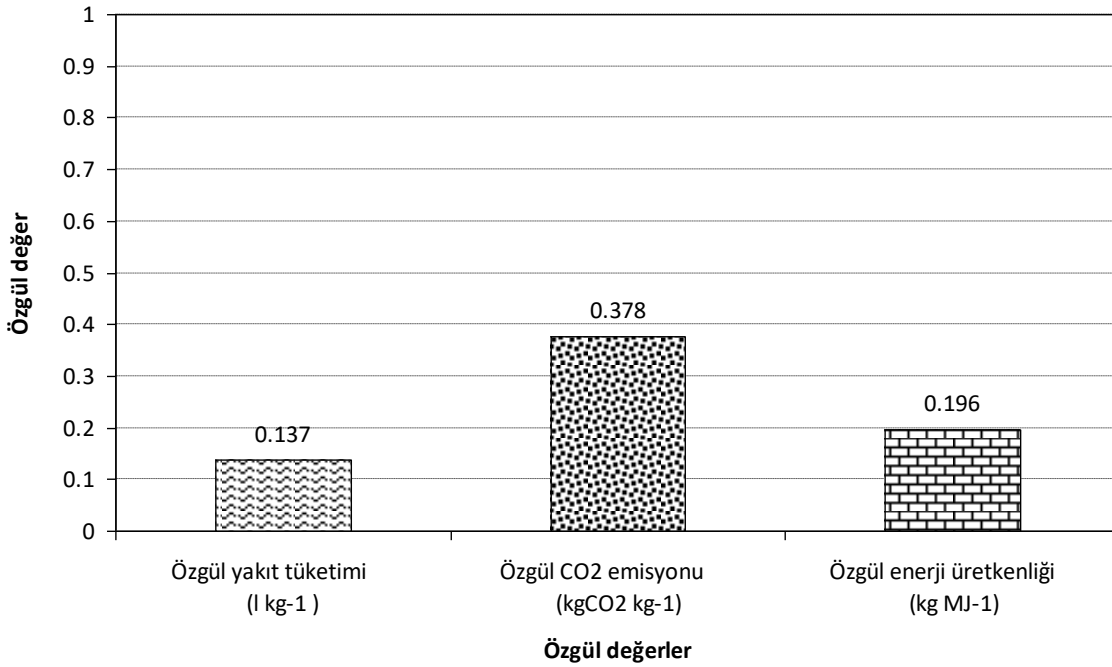
GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamaları için birim üretim alanı (ha) başına 144.34 l ha<sup>-1</sup> toplam yakıt ve yağ tüketimi gerçekleşmektedir. Birim üretim alanında toplam yakıt ve yağ tüketimi, 5356.05 MJ ha<sup>-1</sup> enerji kullanımına karşılık gelmekte bu tüketim sonucunda hektar başına toplam 396.38 kg CO<sub>2</sub> emisyonu gerçekleşmektedir.

#### Özgül Yakıt Tüketimi

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamalarında yakıt ve yağ tüketimine t

ilişkin; özgül yakıt tüketimi, özgül enerji üretkenliği ve özgül CO<sub>2</sub> emisyonu değerlerinin değişimi Şekil 4'de verilmiştir. *Özgül yakıt tüketimi* (l kg<sup>-1</sup>), üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarının, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül yakıt tüketimi, birim miktar (kg) ürün üretmek için tüketilen yakıt miktarını (l) belirtir. Özgül yakıt tüketimi değerinin düşük olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül yakıt tüketimi 0.137 l kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde 1 kg kırmızı mercimek üretimi için 0.137 l yakıt tüketilmektedir.

Özgül enerji üretkenliği (kg MJ<sup>-1</sup>), hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde kullanılan toplam enerji miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül enerji üretkenliği, kullanılan birim miktar yakıt enerjisi (MJ) başına ne kadar ürün (kg) üretildiğini belirtir. Özgül enerji üretkenliği değerinin yüksek olması, üretimdeki enerji etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül enerji üretkenliği değeri 0.196 kg MJ<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde 1 MJ yakıt enerjisi kullanımına karşılık 0.196 kg kırmızı mercimek üretilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Kırmızı mercimek üretiminde özgül değerlerin değişimi  
Figure 4. Change of specific values in red lentil production

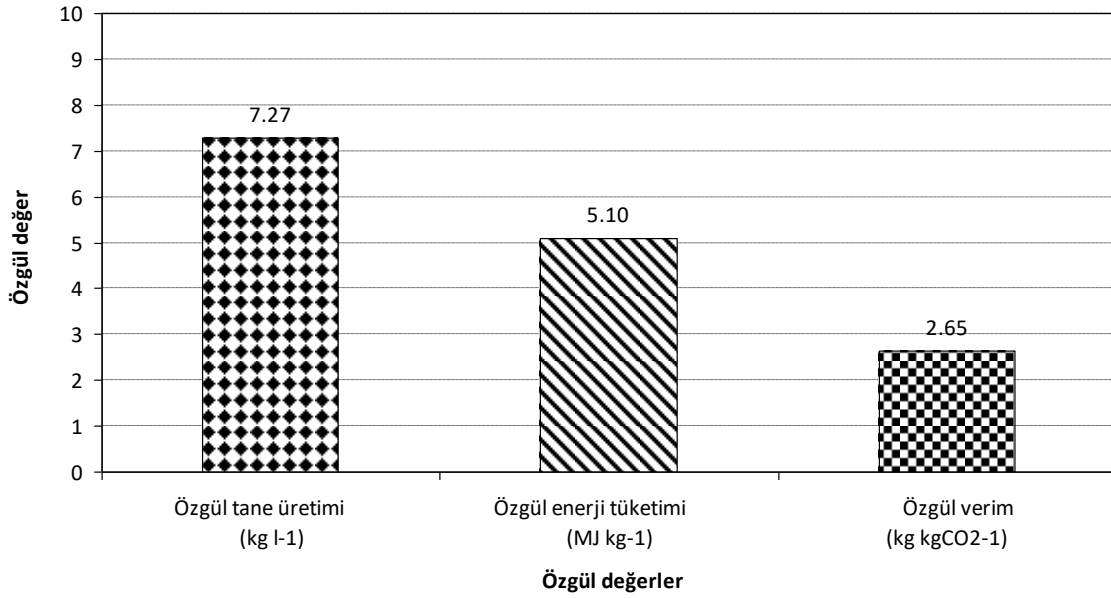
Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu (kg<sub>CO2</sub> kg<sup>-1</sup>), üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarı sonucunda gerçekleşen CO<sub>2</sub> emisyonunun, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu, birim miktar (kg) ürün üretmek için yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen CO<sub>2</sub> emisyonu (kg<sub>CO2</sub>) değerini belirtir. Özgül CO<sub>2</sub> emisyonu değerinin düşük olması, üretimdeki enerji verimliliğinin yüksek, çevreye verilen olumsuz etkilerin düşük olduğu anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül CO<sub>2</sub> emisyonu 0.378 kg<sub>CO2</sub> kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde 1 kg kırmızı mercimek üretimi için yakıt tüketimi sonucunda 0.378 kg<sub>CO2</sub> emisyonu gerçekleşmektedir (Şekil 4).

GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde farklı tarla uygulamalarında yakıt ve yağ tüketimine ilişkin; özgül tane verimi, özgül enerji tüketimi ve özgül verim değerlerinin değişimi Şekil 5'de verilmiştir. Özgül tane verimi (kg l<sup>-1</sup>), hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül tane verimi, özgül yakıt tüketimi (l kg<sup>-1</sup>) değerinin tersi olup, üretim işlemleri için

birim miktar (l) yakıt tüketimi sonucunda hasat edilen ürün miktarını (kg) belirtir. Özgül tane verimi değerinin yüksek olması, üretimin enerji verimliliğinin yüksek olduğu anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül tane verimi 7.27 kg l<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde üretim işlemleri için 1 l yakıt tüketimi sonucunda 7.27 kg kırmızı mercimek üretilmektedir (Şekil 5).

Özgül enerji tüketimi (MJ kg<sup>-1</sup>), üretim işlemlerinde yakıt tüketimine ilişkin kullanılan toplam enerji miktarının, hasat edilen toplam ürün miktarına oranı olarak tanımlanır. Özgül enerji tüketimi değeri, birim miktar (kg) ürün üretmek için üretim işlemlerinde tüketilen enerji miktarını (MJ) belirtir. Özgül enerji değerinin düşük olması, üretimdeki enerji verimliliği ve çevresel etkinliğinin yüksek olması anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül enerji tüketimi 5.1 MJ kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde 1 kg kırmızı mercimek üretmek için yakıt tüketimi sonucunda 5.1 MJ enerji kullanılmaktadır (Şekil 5).





Şekil 5. Kırmızı mercimek üretiminde özgül değerlerin değişimi  
Figure 5. Change of specific values in red lentil production

Özgül verim ( $\text{kg kgCO}_2^{-1}$ ), hasat edilen toplam ürün miktarının, üretim işlemlerinde tüketilen toplam yakıt miktarı sonucunda gerçekleşen  $\text{CO}_2$  emisyonuna oranı olarak tanımlanır. Özgül verim değeri, özgül  $\text{CO}_2$  emisyonu değerinin tersi olup, üretim işlemleri için yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen birim  $\text{CO}_2$  emisyonu ( $\text{kgCO}_2$ ) başına üretilen ürün miktarını (kg) belirtir. Özgül verim değerinin düşük olması, üretimdeki enerji verimliliğinin yüksek, çevreye verilen olumsuz etkilerin düşük olduğu anlamına gelir. GDAB'nde kırmızı mercimek üretiminde özgül verim  $2.65 \text{ kg kgCO}_2^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bu durumda, GDAB'nde kırmızı mercimek üretimi için yakıt tüketimi sonucunda gerçekleşen  $1 \text{ kgCO}_2$  emisyonu başına  $2.65 \text{ kg}$  mercimek üretilmektedir (Şekil 5).

## Sonuç ve Öneriler

İklim değişikliği, insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan küresel bir sorundur. Enerji kullanımında daha etkin kullanımın mümkün olabilir, böylece daha az enerji kullanımı ve daha az emisyonla aynı düzeyde kalkınma gerçekleşebilir. Küresel ısınmaya yönelik çalışmalar yapan birçok kuruluş temel olarak küresel ısınmanın önüne geçebilmek için, enerji, sanayi, ulaşım ve tarım sektörlerinde, başta fosil yakıt kullanımının azaltılması yoluyla, gerekli

politika değişikliklerine gidilerek sera gazı üretiminin sınırlandırılmasının gerekli olduğunu bildirmektedirler.

Tarımsal faaliyetten kaynaklanan  $\text{CO}_2$  emisyonlarının önemli bir kısmı, korumalı ve azaltılmış tarımsal üretim işlemleriyle azaltılabilir. Türkiye'nin, ortak bir sorun olan iklim değişikliğine karşı önlemler alması ve sanayi ve diğer sektörlerde iklim değişikliğiyle mücadele politikaları ile uyumlu reformlar yapması gerekmektedir. Bu durum, gerek üretim yöntemlerinde gerekse bireysel olarak tüketim kalıpları ve yaşam şekillerinde önemli bir yeniden değerlendirme ve dönüşüm sürecini getirecektir. Toplumsal bilinçlenmenin artırılması ile Türkiye sürdürülebilir kalkınma hedeflerini daha iyi şekillendirebilecek ve gerçekleştirebilecektir.

## Kaynaklar

- American Society of Agricultural Engineers. (1994). *Agricultural machinery management*. ASAE Standards (AP 391.1), 34<sup>th</sup> Ed. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, 49085-9659, USA.
- Global Carbon Project. (2017). *An annual update of the global carbon budget and trends*. Published 13 November 2017.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (1996). *Guidelines for national greenhouse gas inventories*. Volume 2, Section 1.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2011). *Renewable energy sources and climate change*

- mitigation*. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edenhofer, O., Madruga, P.R., Sokona, Y. Cambridge University Press, 1076 pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis*. In T. F. Stocker et al. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press: New York, NY, 1535 pp.
- Li, G. (2016). Sensible heat thermal storage energy and exergy performance evaluations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 897-923.
- Özer, Y.E. (2016). Türkiye'nin yenilenebilir ve temiz enerjisi ve ABD, Çin ve Avrupa Birliğiyle karşılaştırmalı analiz. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 137-155.
- Öztürk, H.H. (2010). *Tarımsal üretimde enerji yönetimi*. Hasat Yayınevi, İstanbul.
- Öztürk, H.H. & Vulkan, E.V. (2017). Türkiye'de buğday ve mısır üretiminde yakıt tüketimine bağlı olarak gerçekleşen karbondioksit emisyonlarının değerlendirilmesi. 4. *Uluslararası Multidisipliner Avrasya Kongresi*. (pp. 13-23) 23-25 Ağustos, Roma, İtalya.
- Sabancı, A., Başçetinçelik, A., Özgüven, F., Öztürk, H.H., & Say, S. (2010). *Tarım Makinaları 1*. (Editör: S.M. SAY), Nobel Kitabevi, Adana.
- Tubiello, F., Salvatore, N., Rossi, S., Ferrara, A., Fitton, N., & Smith, P. (2013). The FAOSTAT database of greenhouse gas emissions from agriculture. *Environmental Research Letters*, 8(1), 150-159.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2016). *Bitkisel üretim istatistikleri*. Ankara.
- Yamane, T. (1967). Elementary sampling theory. *Prentice Hall Englewood Cliffs*. (pp. 367). USA.
- YE. (2018). [http://yesilekonomi.com/iklim/Erişim\\_tarihi:24.05.2018](http://yesilekonomi.com/iklim/Erişim_tarihi:24.05.2018).
- Yılmaz, M.Ö. (2005). *Yeraltı Termal Enerji Depolamada Kullanılan Farklı Dolgu maddelerinin termal özelliklerinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

# 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 Varieties	Meyve ağırlığı(g) Fruit weight (g)	Meyve eni (mm) Fruit width (mm)	Meyve boyu(mm) Fruit length (mm)	Çekirdek ağırlığı (g) Kernel weight (g)
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 ayrıçlar 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<sup>-1</sup>**, mg/l yerine **mg l<sup>-1</sup>** 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 sayfayı** geçmemelidir.

## KAYNAK BİLDİRİMİ

Kaynak gösterimi aşağıda yer verilen esaslar çerçevesinde verilmelidir.

### Metin İçerisinde;

- Metin içerisinde kaynak gösterimi (**Yazar, yıl**) esasına göre yapılmalıdır.
- Metin içerisinde birden fazla çalışmaya atıf yapılacak ise atıflar kronolojik olarak sıralanmalıdır.
- İki den 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).

## **Kaynaklar Listesinde;**

### **a. Kaynak dergi ise,**

Kaynaklar alfabetik sıraya göre düzenlenmeli ve kaynağın bulunduğu derginin ismi italik yazılmalıdır.

#### **Tek yazarlı**

Mamay, M., 2015. Nar yaprakbiti [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)] 'nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki bulaşıklık haritası. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5 (3): 159-166.

-

#### **İki yazarlı**

Mamay, M., 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.

-

#### **İkiden fazla yazarlı**

İkinci, A., Mamay, M., Ünlü, L., Bolat, İ, Ercişli, S., 2014. Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau*, 56 (4): 131-138.

### **b. Kaynak kitap ise,**

Metin, M., 2001. Süt teknolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 802s.

### **c. Kaynak kitaptan bir bölüm ise,**

Storey, W.B., 1975. Figs, p. 568-589. In: J. Janick and J.N. Moore (eds.), *Advances in Fruit Breeding*. Purdue Univ. Press, West Lafayette, Indiana.

Kester, D.E., Grasselly, C., 1987. Almond rootstocks, p. 265–293. In: R.C. Rom and R.F. Carlson (eds.), *Rootstocks for Fruit Crops*. John Wiley and Sons, New York.

### **d. Kaynak, yazarı bilinmeyen bir kaynak ise,**

Anonim, 2005. Tereyağı, diğer süt yağı esaslı sürülebilir ürünler ve sadeyağ tebliği. Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2005/19, Ankara.

Makale İngilizce dilinde yazılmış ise Anonim yerine Anonymous yazılacaktır.

Anonymous, 2005. ....

FAO, 2015. Statistical data of FAO. <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>. Access date: 01.01.2016.

TÜİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. Erişim tarihi: 14.10.2017.

#### **e. Kaynak; kongre / sempozyum / konferans kitabı ise,**

Mamay, M., 2017. Population density of overwintering larvae of Carob moth [*Apomyelois (=Ectomyelois) ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in pomegranate orchards in Southeastern Anatolia. *Symposium on EuroAsian Biodiversity (SEAB-2017)*, 5-8 July 2017, pp. 235, Minsk, Belarus.

Mamay, M., Dağ, E., 2016. Mass trapping (kitlesele yakalama) tekniğinin nar bahçelerinde Harnup güvesi [*Apomyelois (=Ectomyelois) ceratoniae* zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] mücadelesindeki etkinliği. *II. International Multidisciplinary Congress of Eurasia*, 11-13 July, Volume 2: pp. 36-41, Odessa, Ukrayna.

#### **f. Kaynak web sayfası ise,**

Anonim, 2014. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Shiraz>. Erişim tarihi: 15.07.2014.

Anonymous, 2017. <http://bugguide.net/node/view/3/bgpape>. Access date: 18.10.2017.

#### **g. Kaynak tez ise,**

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.

## 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, Anahtar Kelimeler ile İngilizce başlık arasında **iki boşluk** bırakılarak (10 punto, tek satır, düz ve tek sütun) 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** çeride (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

## TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu Başkanlığına

Eserin Adı:

Yazar(lar);

- Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu;
- Tüm yazarların bu çalışmaya bireysel olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını;
- Tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını;
- Makalenin başka bir yerde özet dışında basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını;
- Makalede bulunan metnin, şekillerin ve dokümanların başkalarına ait Telif Haklarını ihlal etmediğini taahhüt ederler.

Bununla birlikte, yazarların veya varsa yazarların işverenin;

- Patent hakları;
- Yazar(lar)ın kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı;
- Makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır.
- Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasına Harran Tarım ve Bilimleri Dergisi yayımcı kuruluş olarak belirtilmesi ve Dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir.

*Ben / Biz, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarca istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu, ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığını taahhüt ederim/ederiz.*

1. Yazarın Bilgileri		
Adı SOYADI		
Kurum Adresi		
ORCID Numarası	Tarih	İmza

1. Yazarın Bilgileri		
Adı SOYADI		
Kurum Adresi		
ORCID Numarası	Tarih	İmza

Telif Hakkı Devir Sözleşmesi tüm yazarlarca imzalandıktan sonra tek bir form olarak sisteme yüklenmelidir)

Lütfen arka sayfaya geçiniz.

<b>3. Yazarın Bilgileri</b>		
Adı SOYADI		
Kurum Adresi		
ORCID Numarası	Tarih	İmza

<b>4. Yazarın Bilgileri</b>		
Adı SOYADI		
Kurum Adresi		
ORCID Numarası	Tarih	İmza

<b>5. Yazarın Bilgileri</b>		
Adı SOYADI		
Kurum Adresi		
ORCID Numarası	Tarih	İmza

<b>6. Yazarın Bilgileri</b>		
Adı SOYADI		
Kurum Adresi		
ORCID Numarası	Tarih	İmza

# 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<sup>-1</sup>** and **mg l<sup>-1</sup>** 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.

## **References**

Citing of references must be carried out based on the following principles

### **In the text;**

- Citations in the text must be based on **(author, year)**.
- Multiple citations must be ordered chronologically in the manuscript.
- Listing of references with more than two authors must be based on **(Last name of the first author et al., year)**.\*\*\*
- Citing the papers published in the same year by the same author must have a small letter placed after the year indication.
- References should be made in the text on the basis of (the author, year).
- If more than one work is cited in the text, the references should be sorted in chronological order.
- In the presentation of references with more than two authors (first author's last name and et al., year) rule should be applied.
- If the manuscript is written in English (first name of the author, et al., year) rule should be applied.
- If there is reference to the same author's works of the same year, it should be indicated in lowercase after the year.
- Examples: (Mamay, 2014), (İkinci, 1993; Bolat, 2002), (Fidan and Eriş, 1975), (Kashkuli and Eghtedar, 1976), (İkinci et al., 1995), (Mamay et al., 2015), (Matthews and Milroy, 2005), (Mamay, 2015a; Mamay, 2015b).

### **a. Citing 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**

Doymaz, I., 2003. Drying kinetics of white mulberry. *Journal of Food Engineering* 61(3): 341-346.

Mamay, M., 2015. Nar yaprakbiti [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)] 'nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki bulaşıklık haritası. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5 (3): 159-166.

#### **Articles with two authors**

Basunia, M. A., Abe, T., 2001. Thin-layer solar drying characteristics of rough rice under natural convection. *Journal of Food Engineering* 47(4): 295-301.

Mamay, M., 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 multiple authors**

Lawrence, K. C., Funk, D. B., Windham, W. R., 2001. Dielectric moisture sensor for cereal grains and soybeans. *Transactions of the ASAE* 44(6): 1691-1696.

İkinci, A., Mamay, M., Ünlü, L., Bolat, İ, Ercişli, S., 2014. Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau*, 56 (4): 131-138.

Akpinar, E., Midilli, A., Biçer, Y., 2003a. Single layer drying behavior of potato slices in a convective cyclone dryer and mathematical modeling. *Energy Conversion and Management* 44(10): 1689-1705.

#### **b. Citing books;**

Mohsenin, N. N., 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York

Metin, M., 2001. Süt teknolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 802s.

#### **c. Citing book chapters;**

Rizvi, S. S. H., 1986. Thermodynamic properties of foods in dehydration. In: Engineering Properties of Foods. (Ed) Rao, M. A., Rizvi, S. S. H., Marcel Dekker, New York, USA, 190-193pp.

Walstra, P., Van Vliet, T., Bremer, C. G. B., 1990. On the fractal nature of particle gels. "Alınmıştır: Food polymers, gels and colloids. (Ed) Dickinson, E., The Royal Society of Chemistry, Norwich, UK, 369-382pp.

#### **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;**

FAO, 2015. Statistical data of FAO. <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>. Access date: 01.01.2016.

TÜİK, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu verileri.

<https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. Erişim tarihi: 14.10.2017.

Anonim, 2014. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Shiraz>. Erişim tarihi: 15.07.2014.

Anonymous, 2017. <http://bugguide.net/node/view/3/bgpape>. Access date: 18.10.2017.

**f. Citing papers presented in Conferences/Symposiums and/or published in Conference Proceedings;**

- Yağcıoğlu, A., Değirmencioğlu, A., Cağatay, F., 1999. Drying characteristics of laurel leaves under different drying conditions. In: *Proceedings of the 7th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy*, 26–27 May, 1999, pp. 565–569, Adana.
- Mamay, M., 2017. Population density of overwintering larvae of Carob moth [*Apomyelois (=Ectomyelois) ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in pomegranate orchards in Southeastern Anatolia. *Symposium on EuroAsian Biodiversity (SEAB-2017)*, 5-8 July 2017, pp. 235, Minsk, Belarus.
- Mamay, M., Dağ, E., 2016. Mass trapping (kitlesele yakalama) tekniğinin nar bahçelerinde Harnup güvesi [*Apomyelois (=Ectomyelois) ceratoniae* zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] mücadelesindeki etkinliği. *II. International Multidisciplinary Congress of Eurasia*, 11-13 July, Volume 2: pp. 36-41, Odessa, Ukrayna.

**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.

**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 adres information and the symbol \* should be used to indicate the corresponding authorship.
6. Adres 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 adres 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

## **COPYRIGHT RELEASE FORM**

**To the Directorate of the Harran Journal of Agricultural and Food Sciences Publication  
Committee**

**Manuscript Title:**

.....

I (we), as the author(s) hereby declare that;

- a) Work and all figures, illustrations, photographs, charts, and other supplementary material are original.
- b) I/we take responsibility of all parts of this manuscript.
- c) All authors reviewed and approved the content and parts of this manuscript as submitted.
- d) This manuscript has not been published elsewhere and submitted, nor will be submitted, to any other publication while consideration by the HJAFS.
- e) The text, figures and documents found in the manuscript do not violate copyrights of others.

In addition, the authors and/or their employers

- a) have the patent rights,
- b) are the sole owners of the article and have the full right and title to copyright in the article,
- c) have the right to reproduce the article for his/her own purposes provided the copies are not offered for sale,
- d) have the right to use the parts of this article in other manuscripts, presentations and lecture notes as long as the HJAFS is clearly stated as the publishing institution and is cited in them.

I (we) warrant that the content, materials and methods of this manuscript is not libellous, unlawful, or other actionable and does not infringe any copyright or violate any other intellectual property or privacy right of any person or entity.

The journal will keep the manuscript and all other submitted material (images, original figures, etc) for a full year and then destroy.

All authors must sign Manuscript Submission and Copyright Release Form. The authors in different institutions, however, may prepare separate forms, sign and send to the Journal. In either condition, all signatures must be original.

*Full Name(s) of the Author(s)	ORCID Number	Address	Date	Signature

\*Add more lines if needed for more author information

In case of manuscript rejection by the Editorial Board, this form will be invalid.

**(This copyright release form has to be uploaded to the system as a single copy once it is signed by all authors).**

<http://ziraatdergi.harran.edu.tr>

ISSN: 2148-5003