



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



Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Harran Journal of Agricultural and Food Science

Yayınlayan (Publisher)

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Sahibi (Owner)

Prof. Dr. Cengiz KAYA

Dekan (Dean)

Baş Editör (Editor in Chief)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Yayın Sekreteri (Publication Secretary)

Doç. Dr. Mehmet MAMAY

Editörler Kurulu (Editorial Board)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Prof. Dr. David HIGGS

University of Hertfordshire, Hatfield, UK

Prof. Dr. Muhammad ASHRAF

University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Prof. Dr. Bernardo Murillo AMADOR

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mexican

Prof. Dr. Levent SON

Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya

Prof. Dr. Mustafa BAYRAM

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

Prof. Dr. Saliha KIRICI

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana

Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ

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

Doç. Dr. Ali İKİNCİ
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Sabri YURTSEVEN
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Şanlıurfa

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

Doç. Dr. Ali YILDIRIM
Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

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

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

Doç. Dr. Ayşe Gülgün ÖKTEM
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

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

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

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

Yabancı Dil Editörleri
(Foreign Language Editors)

Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

Mizanpaj Editörü
(Typesetting Editor)
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ

Cilt (Volume): 25
Sayı (Issue): 1
Yıl (Year): 2021

Danışma Kurulu
(Advisory Board)

Prof. Dr. Hsin CHI

National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China

Assoc. Prof. Dr. Oleksiy Derkach

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

Assoc. Prof. Dr. Roman Rolbiecki

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

Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof. Dr. Ayten NAMLI

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

Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Prof. Dr. Geza HRAZDINA

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

Prof. Dr. Ladine BAYKAL ÇELİK

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Dr. Jens D. BERGER

The University of Western Australia, Ecophysiology, 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: 24.03.2021

Baskı: Özkutlu Ofset ve Matbaacılık, Şanlıurfa

Yılda dört kez yayınlanır

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

Yıl/year: 2021

Cilt/volume: 25

Sayı/number: 1

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof. Dr. Fadul ÖNEMLİ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Hikmet ORHAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü

Prof. Dr. Hüseyin GÖZÜBENLİ

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Levent SON

Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Murat OLGUN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Mustafa Ali KAYNAK

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Sema BAŞBAĞ

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Turan KARADENİZ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Ümit GEÇGEL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Zeynel DALKILIÇ

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Ali Fuat TARI

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Doç. Dr. Çetin MUTLU

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Esra AYDOĞAN ÇİFCİ

Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Gülsüm YALDIZ

Bolu İzzet BAYSAL Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Musa YAVUZ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölüm Başkanlığı

Doç. Dr. Selin SEVGİLİ ŞAHİN

İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Songül KESEN

Gaziantep Üniversitesi, Naci Topçuoğlu MYO, Gıda İşleme Bölümü

Doç Dr. Vedat BEYYAVAŞ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Dr. Öğretim Üyesi Fatma HEPSAĞ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi İnci Güler GÜNEY

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Organik Tarım Programı

Dr. Öğr. Üyesi Necattin Cihat İÇYER

Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Nihal ACARSOY BİLGİN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir

Dr. Öğretim Üyesi Nurcan DOĞAN

Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan MYO, Gıda İşleme Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Nurhan ÖZTÜRK

Akdeniz Üniversitesi, Korkuteli MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Mantarcılık Programı

Dr. Öğr. Üyesi Sezgin SANCAKTAROĞLU

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

<p>Comparative evaluation of indigenous entomopathogenic fungal isolates and three commercial entomopathogenic fungal products against <i>Sitophilus oryzae</i> L. and <i>Tribolium confusum</i> du Val</p> <p><i>Yerli entomopatojenik fungus izolatları ile üç ticari entomopatojenik fungus ürününün <i>Sitophilus oryzae</i> L. ve <i>Tribolium confusum</i> du Val üzerindeki etkinlikleri</i></p> <p><i>Derya BAKI, Hilal Sule TOSUN, Fedai ERLER</i></p>	<p>1-12</p>
<p>Biotic interactions of cultivated mushroom and green mold disease in compost and casing soil</p> <p><i>Kültür mantarı ve yeşil küf hastalığının kompost ve örtü toprağındaki biyotik interaksiyonları</i></p> <p><i>Mehmet AYDOĞDU, İlker KURBETLİ</i></p>	<p>13-22</p>
<p>Diallel analysis of salinity tolerance at germination and the early seedling stage in bread wheat (<i>Triticum aestivum</i>)</p> <p><i>Ekmeklik buğdayın (<i>Triticum aestivum</i>) çimlenme ve fide döneminde tuzluluk stresine toleransının diallel analizi</i></p> <p><i>Ferhat KIZILGEÇİ</i></p>	<p>23-29</p>
<p>Determination of seed yield, oil and fatty acid composition of some oil type sunflower (<i>Helianthus annuus</i> L.) genotypes in Diyarbakır conditions</p> <p><i>Diyarbakır koşullarında bazı ayçiçeğı (<i>Helianthus annuus</i> L) genotiplerinin verim, yağ ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi</i></p> <p><i>Ferhat ÖZTÜRK</i></p>	<p>30-40</p>
<p>Şanlıurfa koşullarında ekinezyanın (<i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench) verim ve bazı bitkisel özelliklerinin belirlenmesi</p> <p><i>Determination of yield and some plant properties of <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench under the Şanlıurfa condition</i></p> <p><i>Mine SATICI, Abdulhabip ÖZEL</i></p>	<p>41-52</p>
<p>Harran ovası koşullarında yetiştirilen bazı pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) çeşitlerine uygulanan organik ve mikrobiyal gübrelerin verim ve verim öğelerine etkisi</p> <p><i>The effects of organic and microbial fertilizers on yield and yield components of some cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) cultivars under Harran Plain conditions</i></p> <p><i>Cevher İlhan CEVHERİ, Ahmet YILMAZ, Vedat BEYYAVAŞ</i></p>	<p>53-64</p>

Liquorice (<i>Glycyrrhiza glabra</i>): Production of instant soluble microcapsules <i>Meyan (Glycyrrhiza glabra): Çabuk çözünür mikrokapsül üretimi</i> <i>Bülent BAŞYİĞİT, İbrahim HAYOĞLU, Gülbahar AKYAR, Sara BULUT, Ömer Faruk GAMLI, Ahmet Ferit ATASOY</i>	65-71
Zeytin yaprağı ilavesinin zeytinyağının bazı karakteristik özelliklerine etkisi <i>The effect of olive leaf addition on some characteristic properties of olive oil</i> <i>Şerafettin ÇELİK, Emine DOĞRU, Yasin YAKAR, Naciye ÜNVER</i>	72-85
Investigation on the usage of hawthorn (<i>Crataegus spp</i>) as rootstock for loquat (<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.) <i>Yenidünya (Eriobotrya japonica Lindl.) için anaç olarak alıç (Crataegus spp) kullanımının araştırılması</i> <i>A. Aytekin POLAT</i>	86-91
Bazı organik preparat uygulamalarının Hacihaliloğlu kayısı çeşidinde meyve dökümü, kalitesi ve verimi üzerine etkileri <i>The effects of some organic preparation applications on fruit drop, quality and yield in Hacihaliloğlu apricot variety</i> <i>Hüseyin KARLIDAĞ, İbrahim Kutalmış KUTSAL, Fırat Ege KARAAT, Tuncay KAN</i>	92-99
Effects of irrigation termination dates on grain yield, kernel moisture at harvest and some agronomic traits of maize <i>Sulama sonlandırma zamanlarının mısırın (Zea mays L.) tane verimi, hasatta tane nemi ve bazı tarımsal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi</i> <i>Erdal GÖNÜLAL, Süleyman SOYLU, Mehmet ŞAHİN</i>	100-108
The assessment of poultry welfare using partial least squares-path modeling (PLS-SEM): a modeling the effects of physical activity and stress on growth <i>Kısmi en küçük kareler-yol modellemesi (VT-YEM) kullanılarak kanatlı refahının değerlendirilmesi: fiziksel aktivite ve stresin büyüme üzerindeki etkilerinin modellenmesi</i> <i>Hamza YALÇIN, Zeki DOĞAN, Sedat ŞEN, Mehmet ÇETİN, Mehmet GÖÇMEN, Abdurrahim KOÇYİĞİT</i>	109-119



Comparative evaluation of indigenous entomopathogenic fungal isolates and three commercial entomopathogenic fungal products against *Sitophilus oryzae* L. and *Tribolium confusum* du Val

Yerli entomopatojenik fungus izolatları ile üç ticari entomopatojenik fungus ürününün *Sitophilus oryzae* L. ve *Tribolium confusum* du Val üzerindeki etkinlikleri

Derya BAKI^{1*} , Hilal Sule TOSUN² , Fedai ERLER² 

¹Ministry of Agriculture and Forestry, Antalya Directorate of Agricultural Quarantine, 07100 Antalya, Turkey

²Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 07070 Antalya, Turkey

To cite this article:

Baki, D., Tosun, H.S. & Eler, F. (2021). Comparative evaluation of indigenous entomopathogenic fungal isolates and three commercial entomopathogenic fungal products against *Sitophilus oryzae* L. and *Tribolium confusum* du Val. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 1-12. DOI:10.29050/harranziraat.814650

Address for Correspondence:
Derya BAKI
e-mail:
derya.baki@hotmail.com

Received Date:
22.10.2020
Accepted Date:
24.11.2020

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



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

ABSTRACT

In the present study, a total of 17 indigenous entomopathogenic fungal (EPF) isolates (*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. – 14, *Clonostachys rosea* (Link) Schroers – 2, *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fr. – 1) obtained from soil samples collected from Antalya province (southwestern part of Turkey) and three commercial EPF products [i.e. Priority® (*Paecilomyces fumosoroseus*), Nibortem® (*Verticillium lecanii*) and Nostalgist® (*Beauveria bassiana*)] were evaluated for their efficacy against the 7–10-day-old adults of *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val. (Col.: Tenebrionidae) under laboratory conditions. All the isolates and products were tested at 1×10^7 conidia/ml suspensions against the both insect species. The results from the single-dose pathogenicity assays showed that three *B. bassiana* isolates (BbDm-1, BbKp-1 and BbMp-1) caused mortalities 96.7%, 100% and 93.3% in *S. oryzae*, and 100%, 100% and 96.7% in *T. confusum*, respectively, 14 days after inoculation whereas all three commercial products achieved mortalities ranging from 56.7% and 63.3% in *S. oryzae* and from 56.7% and 66.7% in *T. confusum*. In addition, the results from molecular phylogenetic analyses based on the ITS region sequence indicated that the three effective *B. bassiana* isolates (BbDm-1, BbKp-1 and BbMp-1) showed a high similarity (99%) with other *B. bassiana* isolates in GenBank. Overall results suggest that these three *B. bassiana* isolates have potential for management of *S. oryzae* and *T. confusum*.

Key Words: *Beauveria bassiana*, *Clonostachys rosea*, *Isaria farinosa*, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum*

ÖZ

Bu çalışmada, Antalya ilinden toplanan toprak örneklerinden izole edilen toplam 17 yerli entomopatojenik fungus (EPF) izolatı (*Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. - 14, *Clonostachys rosea* (Link) Schroers - 2, *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fr. - 1 ve üç ticari EPF ürünü [ör. Priority® (*Paecilomyces fumosoroseus*), Nibortem® (*Verticillium lecanii*) ve Nostalgist® (*Beauveria bassiana*)] laboratuvar koşulları altında *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) ve *Tribolium confusum* du Val. (Col.: Tenebrionidae)'un 7-10 günlük erginlerine karşı etkinlikleri belirlenmiştir. Tüm EPF izolatları ve ticari ürünler, her iki böcek türüne karşı 1×10^7 conidia / ml süspansiyonlarda test edilmiştir. Tek doz patojenite testlerinin sonuçlarına göre uygulamadan 14 gün sonra sırasıyla, üç *B. bassiana* izolatı (BbDm-1, BbKp-1, BbMp-1) *S. oryzae*'de % 96.7, % 100, % 93.3 ve *T. confusum*'da % 100, % 100, % 96.7 ölüme neden olurken, ticari preparatlar ise *S. oryzae*'de % 56.7 ile % 63.3 arasında ve *T. confusum*'da % 56.7 ile % 66.7 arasında değişen ölüm oranlarına neden olmuştur. Virulensliği yüksek olan üç *B. bassiana* izolatının (BbDm-1, BbKp-1 ve BbMp-1) ITS bölgesinin sekans dizimleri belirlenmiş ve GenBank Blast programı kullanılarak yapılan filogenetik analizlerden elde edilen sonuçlar GenBank'taki diğer *B. bassiana* izolatları ile yüksek benzerlik (% 99) göstermiştir. Etki oranları yüksek olan entomopatojen fungus izolatlarının *S. oryzae* ve *T. confusum* ile mücadelede kullanıma potansiyellerinin olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Beauveria bassiana*, *Clonostachys rosea*, *Isaria farinosa*, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum*

Introduction

Wheat and wheat flour are important sources of nutrients in many parts of the world as well as in Turkey. They are an important source of energy, carbohydrate, protein and fiber, as well as containing a range of micronutrients such as vitamin E, some of the B vitamins, magnesium, zinc, folic acid, antioxidants and phytochemicals (Veraverbeke and Delcour, 2002). People who eat whole grains as part of a healthy diet have a reduced risk of some chronic diseases (FAO, 2012; Gaesser, 2014). Humans cannot consume wheat in its raw state, so it undergoes a number of processing steps. Wheat and wheat flour are used for the production of popular foods, such as bulgur, bread, bakery products, couscous, pasta and snacks.

Wheat and wheat flour are stored by the manufacturers for short or long term protection under suitable conditions from production to consumption. However, there are many pests that cause significant losses in quality and quantity during this storage process; especially insects and mites cause significant damage in storages (Rajendran, 2002). These pests damage the products by gnawing, eating and breaking them and reduce their seed and commercial value. Annual loss ratio is approximately 10% in the world as well as in Turkey, accounting for about 100 million tons. Fifty percent of this damage is caused by insects. The loss rate can be up to 100% due to storage malfunctions or improper storage (Yıldırım et al., 2001).

In Turkey, the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), is one of the pests of primary infestation of stored wheat and very destructive. Confused and red flour beetles [*Tribolium confusum* Duv. and *T. castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae)] are major secondary pests of wheat flour and bakery products. Of these two *Tribolium* species, the first one is more common and dense species, due to having more tolerance to lower temperatures (Howe, 2008).

Control of these insects relies heavily on the use of gaseous synthetic insecticides and

fumigants, which has led to some problems, such as ozone depletion, pest resurgence, pest resistance to insecticides and lethal effects on non-target organisms in addition to direct toxicity to users (Pimentel et al., 2008; Talukder, 2009; Boyer et al., 2012). Therefore, much effort has been focused on alternative control materials for potentially useful products as commercial insect-control agents. One of the leading alternative methods is biotechnological method such as mating disruption (Mamay et al. (2016), mass trapping (Mamay and Dağ, 2016) and attract & kill (Mamay and Mutlu, 2019a). Although many studies have addressed the potential toxicity of plant-based materials, especially essential oils and their components as protectants for stored products (Tunc et al., 2000; Erler, 2005; Campolo et al., 2018), the residue effect studies of some of them are still required. In addition, the sensory analysis of food treated with these materials should be evaluated since, although this aspect is a main concern for consumers, it has been often disregarded. Due to the negativities mentioned above, biological control methods have become a trend in recent years (Mamay and Mutlu, 2019b). Microbial agents have an important place among biological control agents including entomopathogens such as fungi, bacteria, viruses and nematodes (Alramadan and Mamay, 2019a, b, c, d). Entomopathogenic fungi (EPF) are common in terrestrial environments and play an important role in the regulation of insect populations. Therefore, they have been the subject of intensive research for more than 100 years (Lacey, 2017). In last three decades, they have been developed worldwide for the control of some insect pests, and today, some EPF products are already available commercially (Miller, 1995; Maina et al., 2018; Alramadan and Mamay, 2019a). However, there is increasing evidence that habitat selection drives the pathogenicity of EPF species (Bidochka et al., 2000). The objective of this study was to determine the efficacy of some indigenous isolates and commercial products of EPF against *S. oryzae* and *T. confusum* as potential biological control agents.

Material and Methods

Rearing of test insects

Sitophilus oryzae and *T. confusum* adults were obtained from their laboratory cultures maintained for about 5 years at the Plant Protection Department of Akdeniz University (Antalya, Turkey). While *S. oryzae* was reared on whole wheat kernels, *T. confusum* was reared on wheat flour including 5% brewer's yeast (by weight) at $26 \pm 2^\circ\text{C}$ and $65 \pm 5\%$ RH in continuous darkness. The 7–10-day-old adults of both species were used in the assays.

Indigenous isolates and commercial products of EPF

All indigenous EPF isolates used in the study were obtained from the EPF Collection of Plant

Protection Department of Akdeniz University. They had previously isolated from soil samples collected from the selected agricultural habitats and their natural surroundings in Antalya province (southwestern part of Turkey) (Table 1). Although there is no commercial EPF agent specifically registered for *S. oryzae* or *T. confusum* (Batta and Kavallieratos, 2018), we chose three commonly used commercial EPF products as a comparison. The commercial EPF products, Priority® (*Paecilomyces fumosoroseus*, 1×10^9 cfu/ml), Nibortem® (*Verticillium lecanii*, 1×10^9 cfu/ml) and Nostalgist® (*Beauveria bassiana*, 1×10^9 cfu/ml) were purchased from the local companies in Antalya.

Table 1. Details of indigenous soil-borne entomopathogenic fungal isolates used in the study

Isolate code	Species	Origin	Vegetation	Latitude and longitude
BbKm-1	<i>Beauveria bassiana</i>	Kumluca	Olive	N 36°19'17.1" E 30°20'23.0"
BbKm-2	<i>B. bassiana</i>	Kumluca	Orange	N 36°22'18.8" E 30°16'29.1"
BbKr-1	<i>B. bassiana</i>	Kemer	Forest	N 36°35'51.0" E 30°33'22.7"
BbDm-1	<i>B. bassiana</i>	Demre	Orange	N 36°14'39.7" E 29°58'45.0"
BbFn-3	<i>B. bassiana</i>	Finike	Orange	N 36°19'53.7" E 30°08'40.6"
BbKp-1	<i>B. bassiana</i>	Kepez	Forest	N 36°54'50.4" E 30°37'48.4"
BbDs-2	<i>B. bassiana</i>	Döşemaltı	Pomegranate	N 37°00'02.4" E 30°38'16.1"
BbMp-1	<i>B. bassiana</i>	Muratpaşa	Fig	N 36°53'07.2" E 30°44'30.4"
BbAk-1	<i>B. bassiana</i>	Aksu	Grassland	N 36°56'03.3" E 30°52'35.1"
BbSr-1	<i>B. bassiana</i>	Serik	Orange	N 36°55'33.8" E 31°07'20.7"
BbMg-1	<i>B. bassiana</i>	Manavgat	Olive	N 36°49'40.8" E 31°20'35.3"
BbMg-2	<i>B. bassiana</i>	Manavgat	Wheat	N 36°58'58.8" E 31°14'48.5"
BbKl-1	<i>B. bassiana</i>	Korkuteli	Pear	N 37°03'21.3" E 30°10'33.8"
BbGp-1	<i>B. bassiana</i>	Gazipaşa	Forest	N 36°12'52.0" E 32°23'45.0"
CrMg-1	<i>Clonostachys rosea</i>	Manavgat	Wheat	N 36°57'49.2" E 31°16'51.9"
CrKn-1	<i>C. rosea</i>	Konyaaltı	Pear	N 36°53'52.7" E 30°37'50.8"
IfGp-1	<i>Isaria farinosa</i>	Gazipaşa	Olive	N 36°14'50.3" E 32°21'19.2"

The EPF isolates were cultured in Petri dishes (90 mm diameter) including Sabouraud Dextrose Agar (SDA, Merck, 108339) medium under laboratory conditions ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $75 \pm 5\%$ RH, and 12:12-h L/D) for 14 days. Conidia were collected from 10 to 14 day-old cultures by scraping inside surfaces of dishes with a sterile scalpel into 15 ml sterilized water containing 0.05% Tween-20 (Sigma-Aldrich®, St. Louis, MO). The conidial suspensions were mixed using a benchtop homogenizer (Vortex, Bohemia, New York) and a hemocytometer was used to determine the

concentration of conidia. The spore concentration of each of the EPF isolates was adjusted to 1×10^7 conidia/ml before using in the assays. The same conidial concentration was prepared for each of the commercial EPF products. Distilled sterile water containing 0.05% Tween-20 was used as control.

Bioassays

Two parallel experiments were conducted according to method described by Kassaye (2010). For each of them, 30 adults of *S. oryzae* or *T.*

confusum in small nylon gauze bags were dipped in each treatment solution for 5 seconds, and then treated insects were placed in Petri dishes (disposable plastic 90 × 15 mm) lined with filter paper (Whatman® no: 1). Control insects were treated with sterile distilled water containing 0.05% Tween-20. All the dishes were sealed with Parafilm® M (Bemis, Neenah, WI) to prevent escape of insects and kept in an incubator at 27 ± 1°C and 70 ± 3% relative humidity for 24 h (Adane et al., 1996). After incubation, all insects were removed from the dishes and transferred to clean ones containing 20 g of food (whole wheat kernels for *S. oryzae* or wheat flour including 5% brewer's yeast for *T. confusum*). Then, all dishes were covered with Parafilm and returned to the incubator, as described above. The dishes (control and treated insects) were checked after 5, 7, 9 and 14 days and dead insects were counted and collected. At each observation, insects were touched using forceps and if the insect did not move, it was recorded as dead. To assess the growth of fungal mycelium on the insects, which would indicate insect mortality caused by the EPF agents, all dead insects were removed from the dishes and placed in new dishes lined with moistened filter paper, incubated at 26±2°C, and evaluated for up to 14 days under a stereomicroscope to observe fungal growth on the cadavers. In all experiments, each petri dish contained 10 unsexed adults of *S. oryzae* or *T. confusum* and was considered as one replicate. Three replicates were used for each treatment, and experiments were repeated two times with one-month interval. Thus, a total of 6 replicates were used for each treatment throughout the study.

Phylogenetic analysis

Considering the results from bioassays, genomic DNA of the most virulent EPF isolates (BbDm-1, BbKp-1 and BbMp-1) were extracted following the modified CTAB method described by Doyle and Doyle (1990). The PCR was performed in a Gradient Thermal Cycler by using two different primers based on ITS-rDNA region gene

sequences which included, ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') and ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (White et al., 1990). The amplified PCR products were sequenced using the ABI 3730XL Sanger sequencing device (Applied Biosystems, Foster City, CA) and the BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems, Foster City, CA) in the MacroGen Netherlands laboratory. The DNA sequences of these three *B. bassiana* isolates were performed using the ClustalW algorithm in the Bioedit program (Thompson et al., 1994; Hall, 1999). The nucleotide sequence of these isolates was compared with that of the other isolates of the related species using a Blast Bioinformatics search of sequences in the NCBI Genbank (Altschul et al., 1997).

Molecular phylogenetic analyses were conducted with MEGA5 software (BioDesign Institute, Tempe, Arizona) using the Maximum Likelihood method based on the Tamura 3-parameter model (Kimura, 1980; Tamura 1992). These analyses were done based on the ITS region sequence of the above-mentioned *B. bassiana* isolates and the nucleotide sequence of the other *B. bassiana* isolates retrieved from GenBank.

Analysis of mortality data

In all cases, no control mortality was observed and, therefore, no correction was necessary for the mortality data. All values were arcsine transformed prior to analysis. Data were analyzed by two-way ANOVA using the general linear model of the SPSS 23.0 Windows (IBM Corp. 2015, New York, USA). Differences among the treatment means were compared using the Tukey's multiple comparison test at a significance level of $P < 0.05$.

Results

Effectiveness of EPF isolates and products on *Sitophilus oryzae*

The results of the pathogenicity tests with the 7–10-day-old adults of *S. oryzae* showed that all tested EPF isolates and commercial products had

different efficacy rates against adult *S. oryzae* (Table 2). Mortality rates caused by isolates and products varied over time, and differences in mortality at each count date were generally significant among the different fungal isolates and products ($P < 0.05$). Of all the EPF isolates and products tested, three *B. bassiana* isolates (BbDm-1, BbKp-1 and BbMp-1) were most pathogenic and caused mortalities 96.7%, 100%

and 93.3%, respectively, in adult *S. oryzae* at the longest incubation time (14 days after application). Even, at a shorter incubation time (9 days after application), these three isolates exhibited mortalities 80%, 73.3% and 80%, respectively. All the remaining ones had lower mortality rates than 65% even at the longest incubation time (Table 2).

Table 2. Mean mortality (%) of *Sitophilus oryzae* adults exposed to indigenous isolates and commercial products of entomopathogenic fungi 5, 7, 9 and 14 days after application

Fungal species	Isolate/Product name	Mean percent mortality (\pm SE) from a single dose trial*			
		5 days	7 days	9 days	14 days
<i>Beauveria bassiana</i>	BbKm-1	13.3 \pm 3.3 ^{abcB}	20.0 \pm 5.7 ^{cdB}	40.0 \pm 10.0 ^{bcAB}	60.0 \pm 10.0 ^{bcdA}
<i>B. bassiana</i>	BbKm-2	6.7 \pm 3.3 ^{abcC}	23.3 \pm 6.6 ^{bcdBC}	40.0 \pm 5.7 ^{bcAB}	60.0 \pm 5.7 ^{bcdA}
<i>B. bassiana</i>	BbKr-1	3.3 \pm 3.3 ^{bcB}	36.7 \pm 6.6 ^{abcA}	46.7 \pm 8.8 ^{abcA}	60.0 \pm 5.7 ^{bcdA}
<i>B. bassiana</i>	BbDm-1	20.0 \pm 0.0 ^{aC}	63.3 \pm 6.6 ^{aB}	80.0 \pm 5.7 ^{aAB}	96.7 \pm 3.3 ^{abA}
<i>B. bassiana</i>	BbFn-3	3.3 \pm 3.3 ^{bcB}	20.0 \pm 5.7 ^{cdAB}	40.0 \pm 5.7 ^{bcA}	46.7 \pm 8.8 ^{dA}
<i>B. bassiana</i>	BbKp-1	16.7 \pm 3.3 ^{abD}	50.0 \pm 5.7 ^{abc}	73.3 \pm 3.3 ^{abB}	100 \pm 0.0 ^{aA}
<i>B. bassiana</i>	BbDs-2	10.0 \pm 0.0 ^{abcC}	30.0 \pm 0.0 ^{bcBC}	46.7 \pm 3.3 ^{abcAB}	56.7 \pm 8.8 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbMp-1	16.7 \pm 3.3 ^{abD}	63.3 \pm 3.3 ^{aC}	80.0 \pm 0.0 ^{aB}	93.3 \pm 3.3 ^{abcA}
<i>B. bassiana</i>	BbAk-1	0.0 \pm 0.0 ^{cB}	20.0 \pm 0.0 ^{cdAB}	30.0 \pm 10.0 ^{cdA}	46.7 \pm 6.7 ^{dA}
<i>B. bassiana</i>	BbSr-1	6.7 \pm 3.3 ^{abcC}	20.0 \pm 5.7 ^{cdBC}	36.7 \pm 3.3 ^{cAB}	43.3 \pm 6.7 ^{dA}
<i>B. bassiana</i>	BbMg-1	13.3 \pm 3.3 ^{abcB}	36.7 \pm 6.7 ^{abcA}	36.7 \pm 3.3 ^{cA}	50.0 \pm 5.7 ^{dA}
<i>B. bassiana</i>	BbMg-2	10.0 \pm 0.0 ^{abcB}	40.0 \pm 5.7 ^{abcA}	40.0 \pm 5.7 ^{bcA}	43.3 \pm 6.7 ^{dA}
<i>B. bassiana</i>	BbKl-1	3.3 \pm 3.3 ^{bcB}	26.7 \pm 3.3 ^{bcdAB}	40.0 \pm 11.5 ^{bcA}	46.7 \pm 6.7 ^{dA}
<i>B. bassiana</i>	BbGp-1	10.0 \pm 5.7 ^{abcB}	20.0 \pm 5.7 ^{cdAB}	43.3 \pm 8.8 ^{bcAB}	56.7 \pm 13.3 ^{cdA}
<i>Clonostachys rosea</i>	CrMg-1	6.7 \pm 3.3 ^{abcB}	36.7 \pm 6.7 ^{abcAB}	36.7 \pm 8.8 ^{cAB}	43.3 \pm 8.8 ^{dA}
<i>C. rosea</i>	CrKn-1	10.0 \pm 0.0 ^{abcC}	33.3 \pm 3.3 ^{bcB}	46.7 \pm 3.3 ^{abcAB}	56.7 \pm 6.6 ^{cdA}
<i>Isaria farinosa</i>	IfGp-1	3.3 \pm 3.3 ^{bcB}	26.7 \pm 6.7 ^{bcdAB}	33.3 \pm 8.8 ^{cdAB}	60.0 \pm 10 ^{bcdA}
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Priority®	13.3 \pm 3.3 ^{abcB}	36.7 \pm 6.7 ^{abcAB}	46.7 \pm 8.8 ^{abcA}	63.3 \pm 3.3 ^{abcA}
<i>Verticillium lecanii</i>	Nibortem®	6.7 \pm 3.3 ^{abcC}	26.7 \pm 3.3 ^{bcdB}	40.0 \pm 0.0 ^{bcB}	60.0 \pm 5.7 ^{bcdA}
<i>Beauveria bassiana</i>	Nostalgist®	10.0 \pm 0.0 ^{abcC}	26.7 \pm 6.7 ^{bcdBC}	33.3 \pm 3.3 ^{cdB}	56.7 \pm 3.3 ^{cdA}
Control (dH water+Tween-20)		0.0 \pm 0.0 ^{cA}	0.0 \pm 0.0 ^{dA}	0.0 \pm 0.0 ^{dA}	0.0 \pm 0.0 ^{eA}

*In single dose trial, all the isolates and products were tested at a concentration of 1×10^7 conidia/ml.

Means in a column followed by the same lower-case letter are significantly different ($P < 0.05$; Tukey test).

Means in a row followed by the same upper-case letter are significantly different ($P < 0.05$; Tukey test).

Effectiveness of EPF isolates and products on *Tribolium confusum*

Bioassays with the 7–10-day-old adults of *T. confusum* showed that both indigenous isolates and commercial products of EPF included in the study had variable pathogenicity against the pest and exhibited significant lethal effects compared to the control group ($P < 0.05$) (Table 3). The effectiveness was generally material (isolate/product) and time dependent. Of the seventeen EPF isolates tested, three *B. bassiana*

isolates (BbDm-1, BbKp-1 and BbMp-1) were found the most virulence against adult *T. confusum* and caused 100%, 100% and 96.7% mortalities, respectively, 14 days after inoculation. These three isolates also had mortalities more than 70% at a shorter incubation time (9 days after application). Interestingly, none of the three commercial EPF products tested could cause mortalities $\geq 70\%$ even at the longest incubation time (14 days after application).

Table 3. Mean mortality (%) of *Tribolium confusum* adults exposed to indigenous isolates and commercial products of entomopathogenic fungi 5, 7, 9 and 14 days after application

Fungal species	Isolate/Product name	Mean percent mortality (\pm SE) from a single dose trial*			
		5 days	7 days	9 days	14 days
<i>Beauveria bassiana</i>	BbKm-1	6.7 \pm 3.3 ^{cdeC}	13.3 \pm 3.3 ^{defBC}	36.7 \pm 8.8 ^{bAB}	50.0 \pm 5.7 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbKm-2	13.3 \pm 3.3 ^{cdeC}	20.0 \pm 5.7 ^{defBC}	36.7 \pm 3.3 ^{bB}	63.3 \pm 3.3 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbKr-1	16.7 \pm 6.7 ^{bcdeB}	33.3 \pm 3.3 ^{bcdB}	40.0 \pm 5.7 ^{bAB}	60.0 \pm 5.7 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbDm-1	36.7 \pm 3.3 ^{aC}	53.3 \pm 6.7 ^{abC}	76.7 \pm 3.3 ^{aB}	100 \pm 0.0 ^{aA}
<i>B. bassiana</i>	BbFn-3	6.7 \pm 3.3 ^{cdeC}	16.7 \pm 3.3 ^{defBC}	30.0 \pm 5.7 ^{bB}	56.7 \pm 6.7 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbKp-1	23.3 \pm 3.3 ^{abcd}	43.3 \pm 3.3 ^{abcC}	76.7 \pm 3.3 ^{aB}	100 \pm 0.0 ^{aA}
<i>B. bassiana</i>	BbDs-2	13.3 \pm 3.3 ^{cdeC}	20.0 \pm 5.7 ^{defBC}	33.3 \pm 3.3 ^{bB}	56.7 \pm 3.3 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbMp-1	33.3 \pm 3.3 ^{abD}	60.0 \pm 0.0 ^{aC}	73.3 \pm 3.3 ^{aB}	96.7 \pm 3.3 ^{abA}
<i>B. bassiana</i>	BbAk-1	3.3 \pm 3.3 ^{deC}	20.0 \pm 5.7 ^{defBC}	26.7 \pm 6.7 ^{bcAB}	46.7 \pm 3.3 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbSr-1	6.7 \pm 3.3 ^{cdeB}	20.0 \pm 5.7 ^{defAB}	33.3 \pm 6.7 ^{bAB}	50.0 \pm 11.5 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbMg-1	13.3 \pm 3.3 ^{cdeB}	23.3 \pm 6.7 ^{cdeAB}	33.3 \pm 6.7 ^{bAB}	53.3 \pm 12 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbMg-2	6.7 \pm 3.3 ^{cdeC}	13.3 \pm 3.3 ^{defBC}	23.3 \pm 3.3 ^{bcAB}	33.3 \pm 3.3 ^{dA}
<i>B. bassiana</i>	BbKI-1	0.0 \pm 0.0 ^{eC}	6.7 \pm 3.3 ^{efBC}	16.7 \pm 3.3 ^{bcB}	43.3 \pm 3.3 ^{cdA}
<i>B. bassiana</i>	BbGp-1	6.7 \pm 3.3 ^{cdeB}	10.0 \pm 5.7 ^{efB}	23.3 \pm 6.7 ^{bcB}	60.0 \pm 10 ^{cdA}
<i>Clonostachys rosea</i>	CrMg-1	3.3 \pm 3.3 ^{deC}	13.3 \pm 3.3 ^{defBC}	20.0 \pm 0.0 ^{bcB}	56.7 \pm 3.3 ^{cdA}
<i>C. rosea</i>	CrKn-1	6.7 \pm 3.3 ^{cdeC}	16.7 \pm 3.3 ^{defC}	36.7 \pm 3.3 ^{bB}	50.0 \pm 0.0 ^{cdA}
<i>Isaria farinosa</i>	IfGp-1	3.3 \pm 3.3 ^{deB}	10.0 \pm 0.0 ^{efB}	20.0 \pm 5.7 ^{bcB}	50.0 \pm 5.7 ^{cdA}
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Priority [®]	16.7 \pm 3.3 ^{bcdeB}	23.3 \pm 3.3 ^{cdeB}	33.3 \pm 8.81 ^{bAB}	56.7 \pm 8.8 ^{cdA}
<i>Verticillium lecanii</i>	Nibortem [®]	10.0 \pm 5.7 ^{cdeC}	16.7 \pm 3.3 ^{defC}	36.7 \pm 3.3 ^{bB}	66.7 \pm 3.3 ^{bcA}
<i>Beauveria bassiana</i>	Nostalgist [®]	20.0 \pm 0.0 ^{abcdC}	23.3 \pm 3.3 ^{cdeC}	43.3 \pm 3.3 ^{bB}	63.3 \pm 3.3 ^{cdA}
Control (dH water+Tween-20)		0.0 \pm 0.0 ^{eA}	0.0 \pm 0.0 ^{fA}	0.0 \pm 0.0 ^{cA}	0.0 \pm 0.0 ^{eA}

*In single dose trial, all the isolates and products were tested at a concentration of 1×10^7 conidia/ml.

Means in a column followed by the same letter are significantly different ($P < 0.05$; Tukey test).

Means in a row followed by the same letter are significantly different ($P < 0.05$; Tukey test).

Phylogenetic placement of the three most virulent EPF isolates

The DNA sequences of the three *B. bassiana* isolates (BbDm-1, BbKp-1 and BbMp-1) that had the highest virulence against both *S. oryzae* and *T. confusum* adults in pathogenicity tests were loaded into GenBank and the accession numbers were obtained and used for comparison in

phylogenetic analysis. The accession numbers of the isolates are given in Table 4. After alignment, the ITS region sequence data set consisted of 487 aligned positions for *Beauveria* isolates. All the *B. bassiana* isolates from Turkey and GenBank were clustered together. The three *B. bassiana* isolates had high evolutionary homology with other *B. bassiana* isolates from the GenBank (Figure 1).

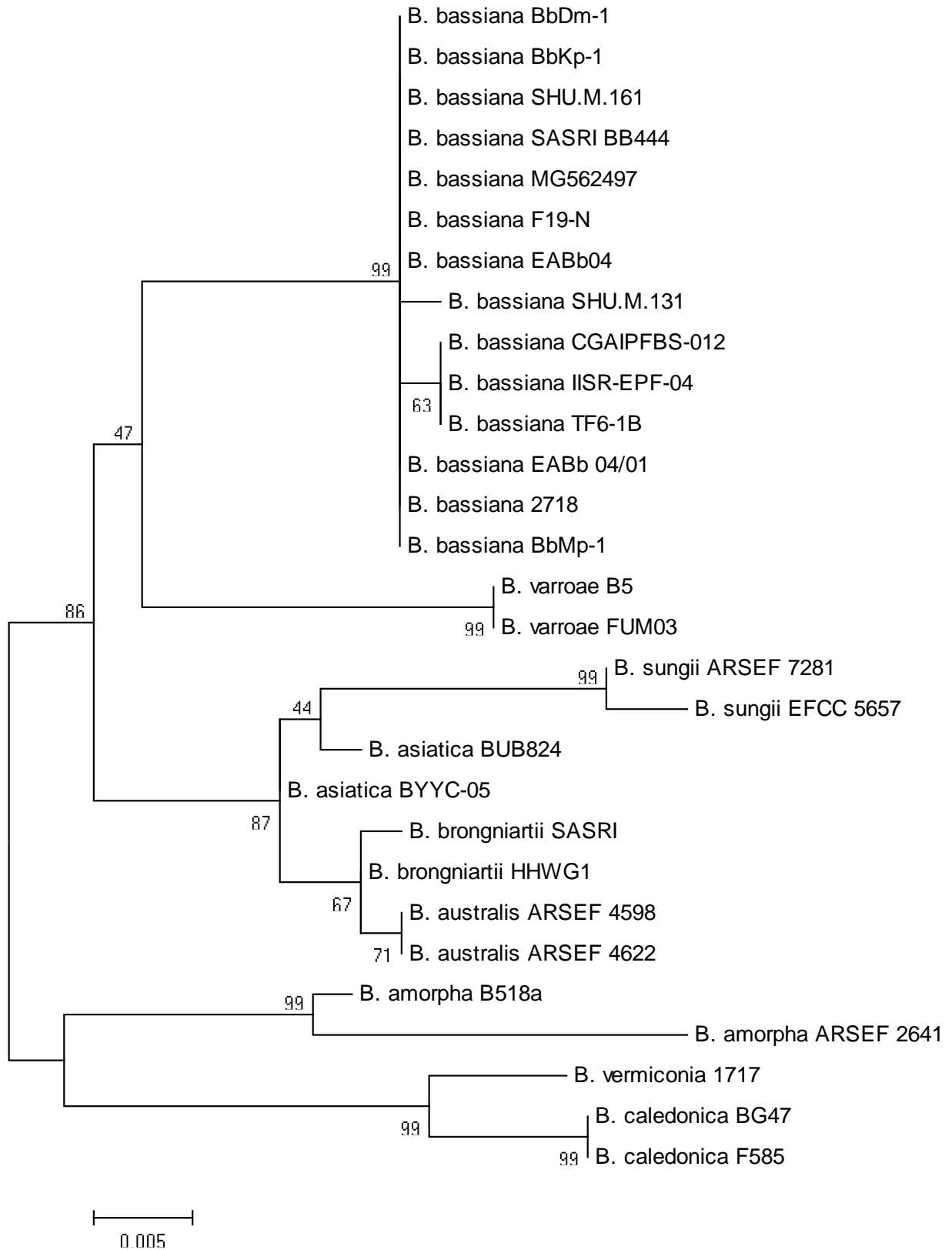


Figure 1. The Maximum Likelihood tree based on the Tamura 3-parameter model showing the phylogenetic relationship between the three *Beauveria bassiana* isolates (BbDm-1, BbKp-1 and BbMp-1) found to have high virulence in the present study and other *Beauveria bassiana* isolates from GenBank based on ITS region sequence

Table 4. GenBank nucleotide accessions of the three *Beauveria bassiana* isolates (BbDm-1, BbKp-1 and BbMp-1) that were the most virulent EPF isolates in pathogenicity bioassays together with other *Beauveria bassiana* isolates retrieved from the GenBank*

Isolate name	Species	Gene	Accession no
BbDm-1	<i>Beauveria bassiana</i>	ITS	MT441872
BbKp-1	<i>B. bassiana</i>	ITS	MT441877
BbMp-1	<i>B. bassiana</i>	ITS	MT441880
F19-N	<i>B. bassiana</i>	ITS	MG640376.1
MG562497	<i>B. bassiana</i>	ITS	MG562497.1
SHU.M.161	<i>B. bassiana</i>	ITS	KU158472.1
SHU.M.131	<i>B. bassiana</i>	ITS	KU158461.1
EABb04	<i>B. bassiana</i>	ITS	KC753382.1
SASRI BB444	<i>B. bassiana</i>	ITS	JX110368.1
TF6-1B	<i>B. bassiana</i>	ITS	JX122736.1
EABb 04/01	<i>B. bassiana</i>	ITS	DQ364698.1
CGAIPFBS-012	<i>B. bassiana</i>	ITS	KY495188.1
IISR-EPF-04	<i>B. bassiana</i>	ITS	KU363833.1
2718	<i>B. bassiana</i>	ITS	KU364353.1
HHWG1	<i>B. brongniartii</i>	ITS	JX110385.1
FUM03	<i>B. varroae</i>	ITS	MF667767.1
B5	<i>B. varroae</i>	ITS	MH374536.1
SASRI	<i>B. brongniartii</i>	ITS	JX110388.1
ARSEF 2641	<i>B. amorpha</i>	ITS	HQ880808.1
B518a	<i>B. amorpha</i>	ITS	HQ880806.1
BYYC-05	<i>B. asiatica</i>	ITS	MG345071.1
BUB824	<i>B. asiatica</i>	ITS	MG642836.1
ARSEF 4622	<i>B. australis</i>	ITS	HQ880790.1
ARSEF 4598	<i>B. australis</i>	ITS	HQ880789.1
F585	<i>B. caledonica</i>	ITS	DQ529233.1
BG47	<i>B. caledonica</i>	ITS	MT180427.1
1717	<i>B. vermiconia</i>	ITS	FJ973063.1
ARSEF 7281	<i>B. sungii</i>	ITS	HQ880815.1
EFCC 5657	<i>B. sungii</i>	ITS	JX463219.1

*ITS region sequence was used to determine the genetic diversity among the isolates

Discussion

Although some previous studies have demonstrated the occurrence of EPF on insect pests of stored-grains and their by-products (Odour et al., 2000; Mar et al., 2012; Barra et al., 2013; Er et al., 2016; Batta and Kavallieratos, 2018), as far as we know, no commercial bio-pesticides based on EPF bio-agents are registered for use against the stored-product insect pests. Also, there is no integration of any effective strain (formulated or unformulated) of EPF in the management of stored-product insects. The results from the present study indicate that screening of potential EPF isolates should not be limited to those isolated from the original host. Our findings suggest that indigenous soil-borne EPF isolates may suppress the populations of both species and may provide an alternative to gaseous synthetic insecticides and fumigants used in their control.

A review of the literature revealed that there are some studies indicating that EPF can be used as microbial control agents against the stored product insect pests in silo or other similar environments. For instance, Kavallieratos et al. (2014) tested indigenous soil-borne *B. bassiana* against <2 weeks old adults of *S. oryzae* at two different concentrations (2.11×10^7 and 2.11×10^8) in Greece. In the study, suspensions were applied by three treatments: (i) sprayed on adults of *S. oryzae* and set in petri dishes with food, (ii) sprayed on adults of *S. oryzae* and set in petri dishes without food, and (iii) sprayed on food and set in petri dishes with adults of *S. oryzae*. The mortality of *S. oryzae* adults during the overall exposure period for the lowest, as well as for the highest, concentrations of *B. bassiana* ranged from 0 to 100%. Both in the highest and the lowest concentrations of fungus, the mortality of *S. oryzae* adults was higher when the fungus was

applied on adults than when it was applied on food. Higher mortality was observed when food was absent than when food was present, in most of the cases tested. After 14 days of exposure, all adults were dead at both concentrations studied. Researchers reported that the high efficacy levels recorded in their study indicate that the tested *B. bassiana* isolate could be effective biocontrol agent against *S. oryzae*. In another study by Komaki et al. (2017), seven EPF isolates (*B. bassiana* (ARSEF-4984); *Paecilomyces farinosus* (ARSEF-2538); *Isaria fumosorosea* (ARSEF-4501); *I. farinosa* (ARSEF-3580); *Lecanicillium muscarium* (ARSEF-972 and ARSEF-5128), Mycotal extract of *L. muscarium* (as positive control) and distilled sterile water with Tween-20 (as negative control) were tested against *T. confusum* adults. All EPF isolates were sprayed at two different concentrations (1×10^5 and 1×10^7 conidia/ml) on adult insects in petri dishes. The results from the study demonstrated that the mortality rates of *T. confusum* adults treated with seven EPF isolates varied from 34.6 to 100% after 10 days of exposure. The highest mortalities of *T. confusum* adults were observed for *P. farinosus* (ARSEF-2538) with 100% mortality at 1×10^7 conidia/ml and *I. farinosa* (ARSEF-3580) with 97.3% mortality at 1×10^7 conidia/ml, followed by *I. fumosorosea* (ARSEF-4501), *B. bassiana* (ARSEF-4984) and *L. muscarium* (ARSEF-5128) with 94.6% mortality. Unlike their findings, we found that *I. farinosa* (IfGp-1) isolate obtained from soil samples collected from Antalya province and tested at 1×10^7 conidia/ml in this study had a low mortality rate (20% after 9 days of treatment) against *T. confusum* adults.

Compared to other insect pests, the application of EPF for the control of stored product insect pests is likely to have important limitations. However, some previous studies indicate that unformulated EPF can be applied on stored product insect pests by using aqueous conidial suspensions with different concentrations either by immersing the immature stages or adults of insects in these suspensions or by spraying the inner surfaces of grain containers

before introduction of grains and insects (Moino et al., 1998; Sheeba et al., 2001; Padin et al., 2002; Lord, 2009; Khashaveh et al., 2011). The review of existing literature also revealed that EPF can be applied in combination with non-toxic natural products and the combinations of EPF and non-toxic natural products may serve as alternative control measures to synthetic insecticides against stored-grain insects.

Some previous studies indicated that certain combinations of EPF with natural products, such as chalk powder, oven ash, charcoal and diatomaceous earths yielded good results in the control of *S. oryzae* and *T. castaneum* by treating the inner surfaces of containers before introducing the grains and insects (Batta, 2004, 2008; Batta and Abu Safieh, 2005; Stephou et al., 2012). Although some researchers have reported that combinations of EPF and chemical insecticides can be used against the stored grain insects, very few of these combinations were effective, causing higher mortality to target insect species than the treatments with the EPF alone or the insecticide alone (Dal-Bello et al., 2000; Cherry et al., 2007). Considering all these reports, in the present study we applied both unformulated and formulated EPF by immersing adults of both *S. oryzae* and *T. confusum* in their prepared suspensions.

Finally, the present study revealed that some indigenous strains of soil-borne *B. bassiana* were more effective to adult *S. oryzae* and *T. confusum* than the foreign origin commercial EPF products tested. Our results also indicated that the use of EPF, in particular indigenous strains of *B. bassiana*, should be seriously considered for biological control because they have provided encouraging results for the control of both economic pests.

Conclusion

In conclusion, the present study showed that three *B. bassiana* isolates (BbDm-1, BbKp-1 and BbMp-1) recovered from soil samples and used in laboratory bioassays caused high mortality in

adult *S. oryzae* and *T. confusum* compared to the other tested fungal isolates and commercial products. For these reasons, the use of these three *B. bassiana* isolates might be a useful component in an integrated pest management (IPM) program against both insect species. Further research may be carried out to test the usefulness and effectiveness of these *B. bassiana* isolates in the field.

Acknowledgements

This study was financially supported by the Scientific Projects Coordination Unit of Akdeniz University (Antalya, Turkey) (Project no.: BAP FDK-2019-4859). Also, special thanks to TUBITAK BİDEB 2228-B Domestic Doctoral Fellowship Program.

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

Authors' Contributions: DB and HST substantially contributed to the conception and design of the article. Data curation and analysis were maintained by HST. Writing the entire manuscript was done by FE. All authors have read, revised, and approved the manuscript.

References

- Adane, K., & Moore, D. S. A. (1996). Archer preliminary studies on the use of *Beauveria bassiana* to control *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in the laboratory. *Journal of Stored Products Research*, 32, 105–113.
- Alramadan, Y., & Mamay, M. (2019a). The importance of entomopathogenic fungi in the control of agricultural pests and promising fungal entomopathogens in the field Application. IGAC-2019. 1st International Gobeklitepe Agriculture Congress, (pp. 266-274), 25-27 November, Şanlıurfa, TURKEY.
- Alramadan, Y., & Mamay, M. (2019b). The importance of entomopathogenic bacteria in the control of agricultural pests and promising these entomopathogens in the field. IGAC-2019. 1st International Gobeklitepe Agriculture Congress, (pp.258-265), 25-27 November, Şanlıurfa, TURKEY.
- Alramadan, Y., & Mamay, M. (2019c). What is the role of entomopathogenic viruses in the control of agricultural pests and their future in the field application? IGAC-2019. 1st International Gobeklitepe Agriculture Congress, (pp. 301-309), 25-27 November, Şanlıurfa, TURKEY.
- Alramadan, Y., & Mamay, M. (2019d). The importance of entomopathogenic nematode and their role in the control of agricultural pests. IGAC-2019. 1st International Gobeklitepe Agriculture Congress, (pp.301-309), 25-27 November, Şanlıurfa, TURKEY.
- Altschul, S. F., Madden, T. L., Schaffer, A. A., Zhang, J., Zhang, Z., Miller, W., & Lipman, D. J. (1997). Gapped BLAST and PSI-BLAST: A new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Research*, 25, 3389–3402.
- Barra, P., Rosso, L., Nesci, A., & Etcheverry, M. (2013). Isolation and identification of entomopathogenic fungi and their evaluation against *Tribolium confusum*, *Sitophilus zeamais*, and *Rhyzopertha dominica* in stored maize. *Journal of Pest Science*, 86, 217–226.
- Batta, Y. A., & Abu-Safieh, D. I. (2005). A study of treatment effect with *Metarhizium anisopliae* and four types of dusts on wheat grain infestation with red flour beetles (*Tribolium castaneum* Herbst, Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of the Islamic University of Gaza*, 13, 11–22.
- Batta, Y. A. (2004). Control of rice weevil (*Sitophilus oryzae* L., Coleoptera: Curculionidae) with various formulations of *Metarhizium anisopliae*. *Crop Protection*, 23, 103–108.
- Batta, Y. A. (2008). Control of main stored-grain insects with new formulations of entomopathogenic fungi in diatomaceous earth dusts. *International Journal of Food Engineering*, 4, 1556–3758.
- Batta, Y. A., & Kavallieratos, N. G. (2018). The use of entomopathogenic fungi for the control of stored-grain insects. *International Journal of Pest Management*, 64(1), 77–87.
- Bidochka, M. J., Kamp, A. M., & De Croos, J. N. A. (2000). Insect Pathogenic Fungi: From Genes to Populations. In *Fungal Pathology*; Springer: Heidelberg, The Netherlands.
- Boyer, S., Zhang, H., & Lempérière, G. (2012). A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bulletin of Entomological Research*, 102(2), 213–229.
- Campolo, O., Giunti, G., Russo, A., & Palmeri, V. (2018). Essential oils in stored product insect pest control. *Journal of Food Quality*, Article ID 6906105 (18pp.).
- Cherry, A. J., Abalo, P., Hell, K., & Korie, S. (2007). Farm-scale trials to compare the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* with pirimiphos methyl + deltamethrin and essential oil of lemon grass for protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Annals of Applied Biology*, 151, 1–10.
- Dal Bello, G., Padin, S., López, L. C., & Fabrizio, M. (2000). Laboratory evaluation of chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. *Journal of Stored Products Research*, 37, 77–84.
- Doyle, J. J., & Doyle, J. L. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12, 13–15.
- Er, M. K., Tunaz, H., Uçuk, C., Baris, C., & Isikber, A. A.

- (2016). Occurrence of entomopathogenic fungi on insect pests of stored wheat and maize in Central and South Anatolia in Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 40(3), 249–263.
- Erlor, F. (2005). Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the two stored-product insects confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 112(6), 602–611.
- FAO, (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2012). Second Global Conference on Research for Agricultural Development – Breakout Section: National Food Security – The Wheat Initiative. Available online at: [http://www.fao.org/docs/eims/upload//306175/Briefing%20Paper%20\(3\)-Wheat%20Initiative%20-%20H%C3%A9%20Lucas.pdf](http://www.fao.org/docs/eims/upload//306175/Briefing%20Paper%20(3)-Wheat%20Initiative%20-%20H%C3%A9%20Lucas.pdf).
- Gaesser, G. (2014). The Value of Grains in a Healthful Diet. Available online at: <http://gowiththegrain.org/pdf/TheValueofGrains.pdf>.
- Hall, T. A. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95–98.
- Howe, R. W. (2008). The effects of temperature and humidity on the rate of development and the mortality of *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera, Tenebrionidae). *Annals of Applied Biology*, 48(2), 363–376.
- Kassaye, A. (2010). *Susceptibility of the rice weevil, Sitophilus oryzae (Coleoptera: Curculionidae) to native entomopathogenic fungal isolates*. Addis Ababa University, Department of Biology, M.Sc. thesis, 51p, Ethiopia.
- Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Aountala, M. M., & Kontodimas, D. C. (2014). Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Isaria fumosorosea* for control of *Sitophilus oryzae*. *Journal of Food Protection*, 1, 4–17.
- Khashaveh, A., Ghosta, Y., Safaraziladeh, M. H., & Ziaee, M. (2011). The use of entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* (Bal.) Vuill. In assays with storage grain beetles. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13, 35–42.
- Kimura, M. (1980). A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16, 111–120.
- Komaki, A., Kordali, S., Usanmaz, B. A., Altınok, H., Kesdek, M., Simsek, D., & Altınok, M. (2017). Laboratory assessment for biological control of *Tribolium confusum* du Val., 1863 (Coleoptera: Tenebrionidae) by entomopathogenic fungi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 41(1), 95–103.
- Lacey, L. A. (2017). *Microbial Control of Insect and Mite Pests: From Theory to Practice*. Lawrence A. L. (edt.), 1st edit. (p. 461). Academic Press, Amsterdam, The Netherlands.
- Lord, J. C. (2009). Efficacy of *Beauveria bassiana* for control of *Tribolium castaneum* with reduced oxygen and increased carbon dioxide. *Journal of Applied Entomology*, 133, 101–107.
- Maina, U. M., Galadima, I. B., Gambo, F. M., & Zakaria, D. (2018). A review on the use of entomopathogenic fungi in the management of insect pests of field crops. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6, 27–32.
- Mamay, M., Ünlü, L., Yanık, E., Doğramacı, M., & İkinci, A. (2016). Efficacy of mating disruption technique against carob moth, *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Southeast Turkey (Şanlıurfa). *International Journal of Pest Management*, 62(4), 295–299.
- Mamay, M., & Dağ, E. (2016). Efficacy of Mass Trapping Technique against Carob Moth [*Apomyelois* (= *Ectomyelois*) *ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in Pomegranate Orchards. II. *International Multidisciplinary Congress of Eurasia*, (pp. 36–41), 11–13 July, Odessa, Ukraine.
- Mamay, M., & Mutlu, Ç. (2019a). Trend biotechnological management methods against agricultural pests: mating disruption, mass trapping and attract & kill. IGAC-2019. *1st International Gobeklipepe Agriculture Congress*, (pp. 511–517), 25–27 November, Şanlıurfa, TURKEY.
- Mamay, M., & Mutlu, C. (2019b). Optimizing container size and rearing density for rapid and economic mass rearing of *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 43(4), 395–408.
- Mar, T. T., Suwannarach, N., & Lumyong, S. (2012). Isolation of fungi from Northern Thailand and their production in cereal grains. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28, 3281–3291.
- Miller, D. W. (1995). *Commercial Development of Entomopathogenic Fungi: Formulation and Delivery*. (pp. 213–220). In Abstracts of Papers of the American Chemical Society; American Chemical Society: Washington, DC, USA.
- Moino, J. A., Alves, S. B., & Pereira, R. M. (1998). Efficacy of *Beauveria bassiana* (Bal.) Vuillemin isolates for control of stored grain pests. *Journal of Applied Entomology*, 122, 301–305.
- Odour, G. I., Smith, S. M., Chandi, E. A., Karanja, L. W., Agano, J. O., & Moore, D. (2000). Occurrence of *Beauveria bassiana* on insect pests of stored maize in Kenya. *Journal of Stored Products Research*, 36, 177–185.
- Padín, S., Dal Bello, G., & Fabrizio, M. (2002). Grain loss caused by *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* and *Acanthoscelides obtectus* in stored durum wheat and beans treated with *Beauveria bassiana*. *Journal of Stored Products Research*, 38, 69–74.
- Pimentel, M., Faroni, L., Batista, M., & Silva, F. (2008). Resistance of stored-product insects to phosphine. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43(12), 1671–1676.
- Rajendran, S. (2002). *Postharvest Pest Losses*. (pp. 654–656). Encyclopedia of Pest Management, Pimentel, D. (Ed.). Marcel Dekker, Inc., New York.
- Sheeba, G., Seshadri, S., Raja, N., Janarthanan, S., & Ignacimuthu, S. (2001). Efficacy of *Beauveria bassiana* for control of the rice weevil *Sitophilus*

- oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Applied Entomology and Zoology*, 36, 117–120.
- Stephou, V. K., Tjamos, S. E., & Paplomatas, E. J. (2012). Transformation and attachment of *Beauveria bassiana* conidia on the cuticle of *Tribolium confusum* and *Sitophilus oryzae* in conjunction with diatomaceous earth. *Journal of Pest Science*, 85, 387–394.
- Talukder, F. (2009). Pesticide resistance in stored-product insects and alternative biorational management: a brief review. *Journal of Marine Science and Technology*, 14, 9–15.
- Tamura, K. (1992). Estimation of the number of nucleotide substitutions when there are strong transition-transversion and G + C-content biases. *Molecular Biology and Evolution*, 9, 678–687.
- Thompson, J. D., Higgins, D. G., & Gibson, T. J. (1994). CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, positions-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22, 4673–4680.
- Tunc, I., Berger, B. M., Erler, F., & Dagli, F. (2000). Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 36(2), 161–168.
- Veraverbeke, W. S., Delcour, J. A. (2002). Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in relation to breadmaking functionality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42, 179–208.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. W. (1990). *Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes For Phylogenetics*. (pp. 315–322). PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications, Academic Press, New York.
- Yıldırım, E., Özbek, H., Aslan, İ. (2001). Stored products pests. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, No : 191, 177 s., Erzurum



Biotic interactions of cultivated mushroom and green mold disease in compost and casing soil

Kültür mantarı ve yeşil küf hastalığının kompost ve örtü toprağındaki biyotik interaksiyonları

Mehmet AYDOĞDU^{1*} , İlker KURBETLİ¹ 

¹Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya

To cite this article:

Aydoğdu, M. & Kurbetli, İ. (2021). Biotic interactions of cultivated mushroom and green mold disease in compost and casing soil. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 13-22.

DOI:10.29050/harranziraat.795177

Address for Correspondence:

Mehmet AYDOĞDU
e-mail:
mehmet9498@yahoo.com

Received Date:

15.09.2020

Accepted Date:

04.11.2020

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



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

ABSTRACT

Presence of *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum* (green mold disease) either in compost or casing soil causes significant yield losses in button mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation. The aim of this study was to examine biotic interactions between *A. bisporus* and *T. aggressivum* f. *aggressivum* in compost and casing soil. In the study, strains (brown and white) of *A. bisporus* and isolates (Şem1/1 and K3) of *T. aggressivum* f. *aggressivum* were used. Experiments of compost and casing soil were conducted according to completely randomized design in factorial with four replications. Yield values of the experiments were established by weighing *sporophores* (mushrooms) in each plot. Mean yield values of each treatment were compared with control groups. Presence of the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in compost and casing soil significantly ($P<0.01$) inhibited mycelial growth and fruiting body formation of both strains of *A. bisporus*. In the presence of the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in casing soil, average yield loss of the strains of *A. bisporus* was 36.41%, while it was 29.35% in the presence of the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in compost. Average yield loss of the white strain of *A. bisporus* was 49.68%, whereas it was 16.08% in the brown strain. The study revealed that presence of *T. aggressivum* f. *aggressivum* in casing soil could be much more negative influence on yield of *A. bisporus* than that of compost and brown strain of *A. bisporus* could be more resistant to *T. aggressivum* f. *aggressivum* than white strain.

Key Words: Compost, Casing soil, Green mold, Mushroom

ÖZ

Trichoderma aggressivum f. *aggressivum* (yeşil küf hastalığı)'nın kompost ya da örtü toprağında bulunması kültür mantarı (*Agaricus bisporus*) yetiştiriciliğinde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, *A. bisporus* ve *T. aggressivum* f. *aggressivum* arasındaki biyotik interaksiyonlarının kompost ve örtü toprağındaki etkilerinin incelenmesidir. Çalışmada, *A. bisporus*'un ırkları (kahverengi ve beyaz) ve *T. aggressivum* f. *aggressivum*'un izolatları (Şem1/1 ve K3) kullanılmıştır. Çalışmadaki kompost ve örtü toprağı denemeleri tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemelerdeki verim değerleri her parseldeki mantar ürünlerinin tartılmasıyla belirlenmiştir. Uygulamadaki ortalama verim değerleri kontrol gruplarıyla kıyaslanmıştır. *T. aggressivum* f. *aggressivum* izolatlarının kompost ve örtü toprağında bulunması, *A. bisporus*'un her iki ırkının misel gelişmesini ve mantar oluşumlarını önemli ölçüde ($P<0.01$) engellemiştir. *T. aggressivum* f. *aggressivum* izolatlarının örtü toprağında bulunması halinde, *A. bisporus* ırklarında ortalama verim kaybı % 36.41 olurken, *T. aggressivum* f. *aggressivum*

izolatlarının kompostta bulunması halinde ise bu değer % 29.35 olmuştur. *A. bisporus*'un beyaz ırkında ortalama verim kaybı % 49.68 olurken, kahverengi ırkta ise verim kaybı % 16.08 olmuştur. Çalışma, *T. aggressivum* f. *aggressivum*'un örtü toprağında bulunmasının, kompostta bulunmasına göre *A. bisporus*'un verimi üzerine çok daha fazla negatif etki oluşturabildiğini ve *A. bisporus*'un kahverengi ırkının beyaz ırka göre *T. aggressivum* f. *aggressivum*'a daha dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Kompost, Örtü toprağı, Yeşil küf, Mantar

Introduction

Edible mushrooms have many beneficial effects on human health with high nutritional properties such as quality of proteins, polysaccharides, unsaturated fatty acids and minerals (Ma et al., 2018). *Agaricus bisporus* (button mushroom) is a predominant species among the cultivated mushrooms (Potočnik et al., 2015). A primary problem in *A. bisporus* cultivation is green mold disease caused by *Trichoderma* species. So far, a wide range of *Trichoderma* species associated with green mold has been isolated from *A. bisporus* growing farms. However, aggressive biotypes *Trichoderma aggressivum* f. *europaeum* and *T. aggressivum* f. *aggressivum* caused substantial yield losses up to 100% in *A. bisporus* cultivation in Europe and North America, respectively (Savoie et al., 2001; Samuels et al., 2002; Sobieralski et al., 2012; Kosanović et al., 2013).

Compost and casing soil are essential components of *A. bisporus* cultivation. However, these materials might harbour aggressive and non-aggressive green mold fungi. Presence of green mold fungi either in compost or casing soil induces competition with *A. bisporus* for space and nutrient (Szczeczek et al., 2008; O'Brien et al., 2017).

Mycelia of *A. bisporus* initially grow and colonise compost and then casing soil. As a result, primordia and then fruiting bodies (sporophores) of *A. bisporus* emerge. During this phenomenon, biotic interactions between aggressive biotypes of green mold and *A. bisporus* in mushroom compost were investigated (Mamoun et al., 2000; Williams et al., 2003; O'Brien et al., 2017) but, miscellaneous

views were reported. With regard to casing soil, it was reported that various *Trichoderma* species including *T. aggressivum* could be found in diverse soils from orchards to protected areas (Abd-El Salam et al., 2010; Błaszczuk et al., 2011; Sharma & Singh, 2014; Mirkhani & Alaei, 2015; Jiang et al., 2016). However, biotic interactions between aggressive biotypes of green mold and *A. bisporus* in casing soil have not been documented yet. Examining biotic associations during the button mushroom emergence period is crucial for determining different management strategies. Accordingly, yield losses from green mold disease could be reduced in button mushroom cultivation. The aim of this study was to examine biotic interactions between strains (brown and white) of *A. bisporus* and isolates (K3 and Şem1/1) of *T. aggressivum* f. *aggressivum* in mushroom compost and casing soil.

Material and Methods

Agaricus bisporus strains

Commercial white (192915 AG, Soc, France) and brown (Tuscan™ 860, Slyvan, Netherlands) strains of *A. bisporus* were used in the experiments. These strains of *A. bisporus* were obtained from Ersanlar Company in Korkuteli county, Antalya province.

Trichoderma aggressivum f. *aggressivum* isolates

Isolate Şem1/1 [Genbank (http://www.ncbi.nlm.nih.gov) accession no: MN177935] and isolate K3 (accession no: MN177938) of *T. aggressivum* f. *aggressivum* were used from culture collection of Mycology Laboratory of Batı Akdeniz Agricultural Research Institute.

Analysis of mushroom compost and casing soil

Samples (2 kg) were taken from the commercial mushroom compost and casing soil used in the experiments. These samples were analyzed at the Laboratory of Soil and Plant Nutrition Department of Batı Akdeniz Agricultural Research Institute (Table 1).

Table 1. Contents of mushroom compost and casing soil used in the experiments

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan mantar kompostu ve örtü toprağının içerikleri

	Mushroom compost sample	Casing soil sample
pH	7.9	7.4
Moisture (%)	59.8	33.5
Dry matter (%)	40.2	66.5
Organic matter (%)	71.1	21.0
Ash (%)	28.9	79.0
N (%)	2.63	0.75
C (%)	41.2	17.2
C/N	15.6	22.9
P (g kg ⁻¹)	6.4	0.8
K (g kg ⁻¹)	30.6	5.6
Ca (g kg ⁻¹)	44.8	59.7
Mg (g kg ⁻¹)	6.0	30.2
Fe (mg kg ⁻¹)	1266	1467
Mn (mg kg ⁻¹)	310	543
Zn (mg kg ⁻¹)	174	32
Cu (mg kg ⁻¹)	38	26

Preparation of inoculum

10 mL sterile distilled water per petri plate was added on the 5 day-old colonies of the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates growing on potato dextrose agar (PDA). Spore suspension was filtered through a sterile cheese cloth. Conidia density were adjusted as 1×10⁶ conidia mL⁻¹ for each isolate using a hemacytometer.

Providing button mushroom growing conditions

The experiments were conducted in a 20 m² room in the basement of the Department of Plant Health, Batı Akdeniz Agricultural Research Institute in Antalya Province.

Arrangement of the experiments

The experiments were set up according to completely randomized design in factorial with four replications (in treatments and controls). Experimental units consisted of plastic bags containing 2 kg compost and 650 g casing soil. Two separate experiments were established.

Compost experiment

Inoculations of the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates were performed ten days later of partly colonisation of compost by the *A. bisporus* strains. 3 mL inoculum (1×10⁶ conidia mL⁻¹) of each *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate was injected midsection of compost in the bags for each treatment. In controls, only sterile water was used. After incubation period at 25 °C for 18 days, 650 g casing soil (4 cm-thick) per bag was laid over the compost in the bag. Following this process, 25 °C temperature with 85% relative humidity were maintained for 10 days with watering the casing soil. Afterwards, the temperature was reduced one degree per day and finally room temperature was kept at 17 °C. During this period, ventilation process was performed by providing 15 minutes of oxygen from the outside per hour. Mushrooms reaching to marketing size were picked and weighed separately. Mushroom yields were obtained for each bag in the treatments and the controls.

Casing soil experiment

In this experiment, no treatment (inoculation) was applied to compost. Mushroom growing conditions were provided as aforementioned. After laying casing soil over the compost in the bags, 3 mL inoculum (1×10⁶ conidia mL⁻¹) of each *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate was injected mid-section of the casing soil. In controls, only sterile water was used. After inoculation, mushroom growing conditions were maintained in the room as mentioned above. Mushrooms were picked and weighed per bag.

Evaluation of the experiments

Biotic interaction between each strain of *A. bisporus* and the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate was determined by comparing yield values in inoculated plots with the controls (non-inoculated). In addition, yield loss due to each *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate was detected through these yield comparisons for each strain of *A. bisporus*. Based on the yield loss, response of the white strain of *A. bisporus* to each *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate was compared with the brown strain.

Statistical analysis

Variance analysis (ANOVA) was performed using SAS 9.1 software program (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Following ANOVA, means of media, treatment, *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates, *A. bisporus* strains, and their interactions were compared with SAS MEANS statements with Fisher's Protected LSD_{0.01} test option.

Results and Discussion

Sporophores of both strains of *A. bisporus* are shown in Figure 1 in order to document the morphological differences.



Figure 1. Sporophore of the brown strain of *A. bisporus* with brown cap and short-thick stipe (on the left), sporophore of the white strain of *A. bisporus* with white cap and long stipe (on the right)

Şekil 1. *A. bisporus*'ün kahverengi ırkının kısa saplı ve kahverenk şapkalı sporoforu (solda), *A. bisporus*'ün beyaz ırkının uzun saplı ve beyaz şapkalı sporoforu (sağda)

In the variance analysis; the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates, media, *A. bisporus* strains, media × *A. bisporus* strains, treatment (inoculation), and *A. bisporus* strains × treatment interactions were found significant ($P < 0.01$) in the experiments (Table 2).

Table 2. Variance analysis of interactions between *A. bisporus* strains and the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in compost and casing soil experiments

Çizelge 2. Kompost ve örtü toprağı denemelerinde, *A. bisporus* ırkları ve *T. aggressivum* f. *aggressivum* izolatları arasındaki interaksyonların varyans analizi

Variation sources	Degree of freedom	Mean of squares
<i>T. aggressivum</i> f. <i>aggressivum</i> isolates	1	6188.02**
Media (compost and casing soil)	1	37912.52**
<i>T. aggressivum</i> f. <i>aggressivum</i> isolates*Media	1	892.69
<i>A. bisporus</i> strains	1	356557.69**
<i>T. aggressivum</i> f. <i>aggressivum</i> isolates * <i>A. bisporus</i> strains	1	910.02
Media* <i>A. bisporus</i> strains	1	11011.02**
<i>T. aggressivum</i> f. <i>aggressivum</i> isolates *Media* <i>A. bisporus</i> strains	1	713.02
Treatment	1	385746.02**
<i>T. aggressivum</i> f. <i>aggressivum</i> isolates *Treatment	1	475.02
Media*Treatment	1	1598.52
<i>T. aggressivum</i> f. <i>aggressivum</i> isolates *Media*Treatment	1	150.52
<i>A. bisporus</i> strains *Treatment	1	79137.52**
<i>T. aggressivum</i> f. <i>aggressivum</i> isolates * <i>A. bisporus</i> strains *Treatment	1	487.69
Media* <i>A. bisporus</i> strains *Treatment	1	50.02
<i>T. aggressivum</i> f. <i>aggressivum</i> isolates *Media* <i>A. bisporus</i> strains *Treatment	1	7.52
Error	32	576.43
Total	47	

CV (%): 5.06

As a result of the inoculation of *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate Şem1/1, mean yield of both strains of *A. bisporus* was 485.79 g while it was 463.08 g in the inoculation of *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate K3. The difference was significant ($P < 0.01$), indicating that *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate K3 was more aggressive than *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate Şem1/1 (Figure 2).

This also indicates that emergence of the fruiting body (sporophore) and thus yield of the strains of *A. bisporus* might change according to isolate of green mold disease. Mean yield of the strains of *A. bisporus* in the compost experiment was 502.54 g, whereas it was 446.33 g in the casing soil experiment. The difference was significant ($P < 0.01$) (Figure 3).

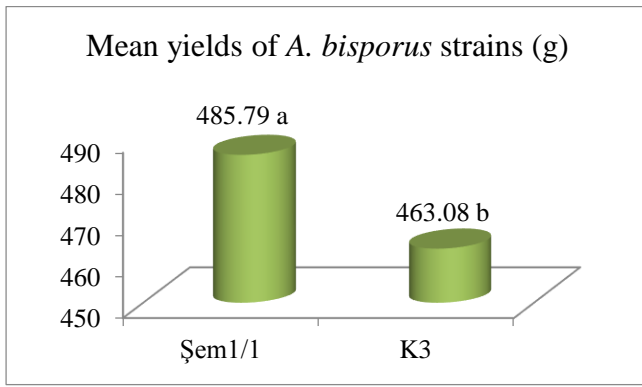


Figure 2. Mean yields of both strains of *A. bisporus* in the presence of the *T. aggressivum f. aggressivum* isolates in both experiments (LSD_{0.01}: 13.34)

Şekil 2. Her iki denemede *T. aggressivum f. aggressivum* izolatlarının varlığında *A. bisporus* ırklarının ortalama verimleri (LSD_{0.01}: 13.34)

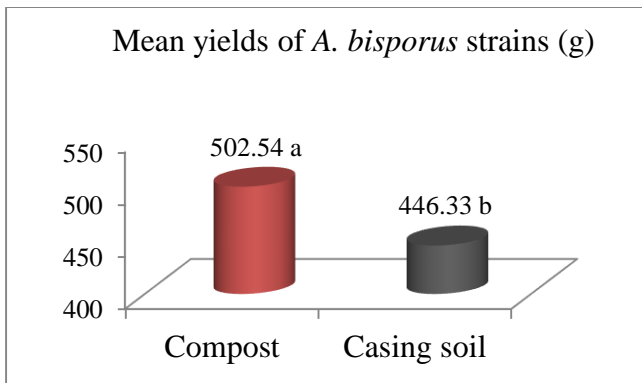


Figure 3. Mean yields of both strains of *A. bisporus* in the compost and casing soil experiments (LSD_{0.01}: 13.34)

Şekil 3. *A. bisporus*'un her iki ırkının kompost ve örtü toprağı denemelerindeki ortalama verimleri (LSD_{0.01}: 13.34)

This means that if the *T. aggressivum f. aggressivum* isolates exist in casing soil, the yield of strains of *A. bisporus* may be less than that of compost. This finding also shows that presence of *T. aggressivum f. aggressivum* isolates in casing soil could be more destructive on sporophore formation of *A. bisporus* than that of the compost.

Yield differences of the strains were significant (P<0.01) in the both experiments. For example, mean yield of the brown strain was 560.62 g in inoculated plots of the both experiments, whereas it was 388.25 g in the white strain (Figure 4).

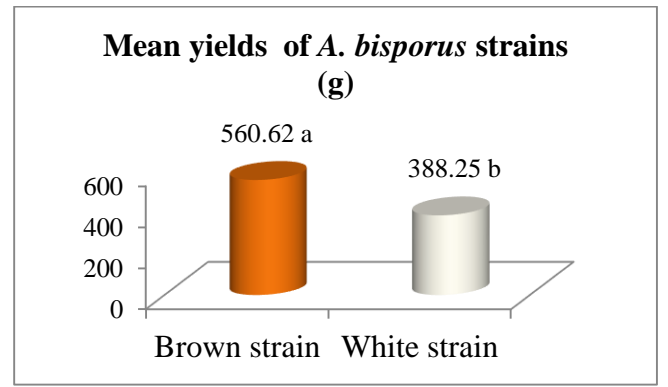


Figure 4. Mean yield of both strains of *A. bisporus* in plots inoculated with *T. aggressivum f. aggressivum* isolates (mean values of both experiments) (LSD_{0.01}: 13.34)

Şekil 4. *A. bisporus*'un her iki ırkının *T. aggressivum f. aggressivum* izolatları ile inokule edilen parsellerdeki ortalama verim değerleri (her iki denemenin ortalama değerleri) (LSD_{0.01}: 13.34)

This indicates that brown strains of *A. bisporus* could be affected less than the white strain in the presence of *T. aggressivum f. aggressivum* isolates either in compost or casing soil.

In the comparison of means of the both experiments, mean yield values of inoculated and the control plots were significantly (P<0.01) different from each other. In the control plots, mean yield of the strains of *A. bisporus* was 564.08 g, while it was 384.79 g in inoculated plots (Figure 5).

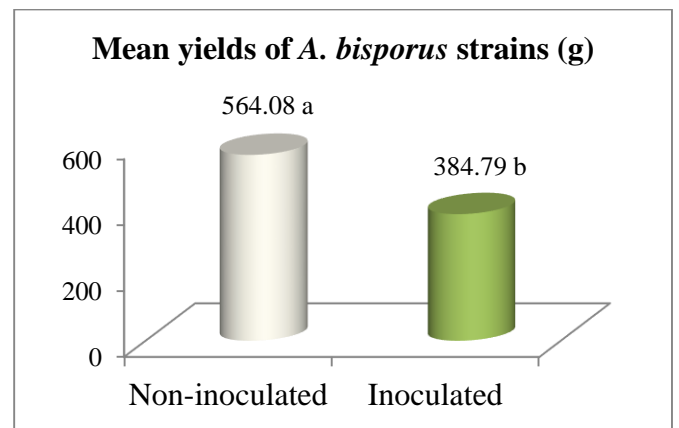


Figure 5. Comparison of mean yield of the strains of *A. bisporus* in inoculated and non-inoculated (control) plots (mean values of both experiments) (LSD_{0.01}: 13.34)

Şekil 5. *A. bisporus* ırklarının inokulasyonlu ve inokulasyonsuz (kontrol) parsellerindeki ortalama verimlerinin kıyaslanması (her iki denemenin ortalama değerleri) (LSD_{0.01}: 13.34)

The *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates caused on average 36.41% yield loss in the strains of *A. bisporus* in the casing soil experiment. However, they led to 29.35% yield loss in the strains in the compost experiment (Figure 6).

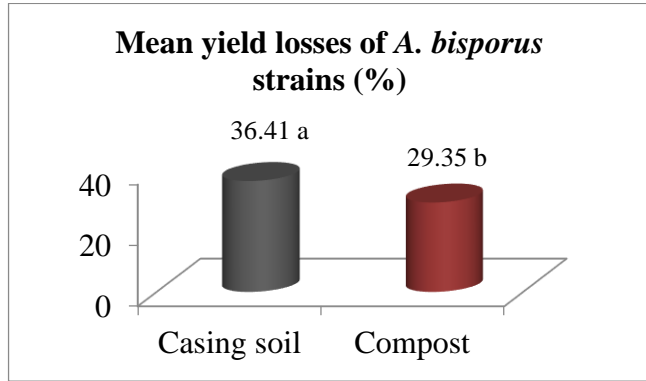


Figure 6. Compared to control plots, mean yield losses of the strains of *A. bisporus* in inoculated plots in each experiment (LSD_{0.01}: 3.88)

Şekil 6. Kontrol parselleriyle kıyaslandığında, *A. bisporus* ırklarının her bir denemedeki inokulasyonlu parsellerdeki ortalama verim kayıpları (LSD_{0.01}: 3.88)

In the overall evaluation of the experiments, yield losses from the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in the both compost and casing soil experiments were significantly ($P < 0.01$) higher in the white strain of *A. bisporus* than the brown strain. For example, mean yield loss of the white strain in the compost and the casing soil experiments were 45.05 and 56.21%, respectively while they were 13.73 and 18.5% in the brown strain in the both experiments, respectively (Figure 7).

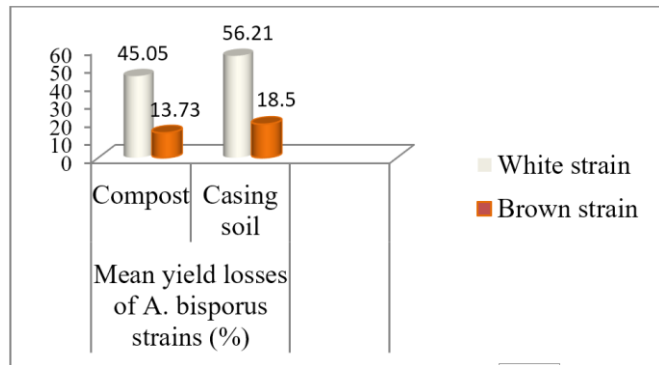


Figure 7. Comparison of mean yield losses of the strains of *A. bisporus* in inoculated plots in both experiments

Şekil 7. *A. bisporus* ırklarının her iki denemedeki inokuleli parsellerdeki ortalama verim kayıplarının kıyaslanması

Mean yield loss of the white strain of *A. bisporus* in the both experiments was 49.68% whereas it was 16.08% in the brown strain, indicating resistance of the brown strain to the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in the both experiments (Figure 8).

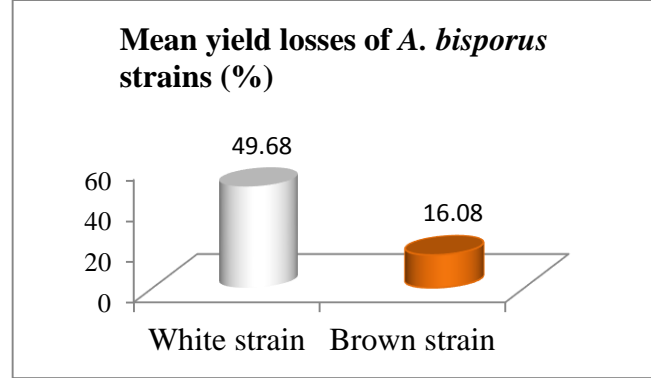


Figure 8. Mean yield losses of each *A. bisporus* strain in inoculated plots (average of both experiments) (LSD_{0.01}: 3.88)

Şekil 8. *A. bisporus*'un her bir ırkının inokulasyonlu parsellerdeki ortalama verim kayıpları (her iki denemenin ortalaması) (LSD_{0.01}: 3.88)

An example of the yield comparison of the brown and the white strain of *A. bisporus* for each experiment is given in Figure 9 and 10.



Figure 9. Yield of the brown strain of *A. bisporus* (on the left) and yield of the white strain of *A. bisporus* (on the right) when they were inoculated *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate K3 in the compost experiments

Şekil 9. *A. bisporus*'un kompost denemelerindeki kahverengi ırkı (solda) ve beyaz ırkının (sağda) *T. aggressivum* f. *aggressivum* K3 izolatu ile inokule edildiği parsellerdeki verimleri



Figure 10. Yield of the brown strain of *A. bisporus* (on the left) and yield of the white strain of *A. bisporus* (on the right) when they were inoculated *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolate K3 in the casing soil experiments

Şekil 10. *A. bisporus*'un örtü toprağı denemelerindeki kahverengi ırkı (solda) ve beyaz ırkının (sağda) *T. aggressivum* f. *aggressivum* K3 izolatu ile inokule edildiğı parsellerdeki verimleri

Aggressive biotypes *T. aggressivum* f. *europaeum* and *T. aggressivum* f. *aggressivum* are the causal agents of green mold disease in button mushroom (*A. bisporus*) production around the world. In our study, aggressive biotype *T. aggressivum* f. *aggressivum* was used as inoculum source in the evaluation of the biotic interactions. The interactions of aggressive biotypes of green mold and *A. bisporus* in the compost were investigated by several researchers (Mamoun et al., 2000; Williams et al., 2003; O'Brien et al., 2017). But, Szczech et al. (2008) stated that in the absence of *A. bisporus* mycelium, *T. aggressivum* f. *europaeum* did not grow in compost. However, it was reported that *T. aggressivum* f. *europaeum* had the ability to grow in compost irrespective of absence or presence of *A. bisporus* (Mamoun et al., 2000; Williams et al., 2003).

With regard to *T. aggressivum* f. *aggressivum*, Beyer et al. (2000) reported that if given enough time to colonise the compost before *T. aggressivum* f. *aggressivum* introduction, *A. bisporus* could successfully colonise the compost and produce mushrooms. In our study, ten days after colonisation of compost by the strains of *A. bisporus*, the compost was inoculated with the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates. This means that when the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates were introduced to the compost, mycelia of the strains of *A. bisporus* had considerably colonised the compost. Even in this case, the *T.*

aggressivum f. *aggressivum* isolates caused severe yield (biomass) reduction in the both strains of *A. bisporus*. This finding and our results indicated that *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates might grow in compost and lead to significant ($P<0.01$) yield losses irrespective of presence of strains of *A. bisporus* in compost. This may have been related to rapidly colonising ability of the green mold fungus. Because, quickly colonisation of compost by *T. aggressivum* f. *aggressivum* means inhibition of mycelial growth of the strains of *A. bisporus* in compost and consequently their sporophore formation. With regard to this, Beyer et al. (2000) reported that in the interactions between *T. aggressivum* f. *aggressivum* and *A. bisporus*, the ability of quickly colonising makes *T. aggressivum* f. *aggressivum* superior to *A. bisporus*. At the same time, in compost, *T. aggressivum* f. *aggressivum* produces a metabolite (3,4-dihydro-8-hydroxy-3-methylisocoumarin) inhibiting mycelial growth of *A. bisporus* (Krupke et al., 2003). In addition, compost content might be an influence on this interaction. For instance, compost with high carbohydrate but low nitrogen may promote development of green mold (Sharma et al., 2007). Other good compost traits (moisture, pH, conductivity, C/N ratio, macro and micronutrients) can also promote mycelium growth of aggressive biotypes of *T. aggressivum* f. *europaeum* and *T. aggressivum* f. *aggressivum* in compost (Beyer et al., 2000). In this context, the compost we used had good traits aforementioned (Table 1), which may have had an influence on the development of the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates as well.

The brown strain of *A. bisporus* was significantly ($P<0.01$) less affected by the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates than the white strain in compost. This finding is consistent with the results of Anderson et al. (2001). During the interactions, the brown strain of *A. bisporus* might have abundantly generated N-acetylglucosaminidases, which makes brown strain more resilient to *T. aggressivum* f. *aggressivum* (Guthrie & Castle, 2006). In addition,

brown strains have the ability of degrading the toxin (3,4-dihydro-8-hydroxy-3-methyl isocoumarin) produced by *T. aggressivum* f. *aggressivum* more rapidly than white strains of *A. bisporus* in interactions (Krupke et al., 2003; Sjaarda et al., 2015). This may also have been an impact on the difference in responses of the both strains of *A. bisporus* in the compost in our study.

In the casing soil experiments, no inoculation was performed into compost with the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates. After fully colonization of compost by the strains of *A. bisporus*, casing soil (4 cm-thick) was added to the compost. Afterwards, the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates were inoculated into the casing soil. Significant ($P < 0.01$) yield losses occurred in the both strains as a result of the biotic interactions between the strains of *A. bisporus* and the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in the casing soil. Because, the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates rapidly colonized the casing soil and consequently mycelium growth and then primordia and sporophore formation of the both strains of *A. bisporus* did not occur. In the comparison of both experiments, the strains of *A. bisporus* formed significantly ($P < 0.01$) higher yield in the compost experiment than the casing soil experiment. For example, mean yield of the strains of *A. bisporus* in the compost experiment was 502.54 g while it was 446.33 g in the casing soil experiment. This finding shows that presence of the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in the casing soil may cause significantly ($P < 0.01$) higher yield loss than the compost in button mushroom cultivation. Szukács & Geösel (2018) reported that casing is an essential stage for sporophore formation and yield in button mushroom cultivation.

Casing soil with high nutritional values (e.g. organic matter) provides continuity of vegetative growth for *A. bisporus*, which does not promote of primordia formation of *A. bisporus*. In fact, nutritional stress stimulates initiating of fruiting body formation of *A. bisporus* (Choudhary, 2011). These findings indicate that *A. bisporus* completes most of the vegetative growth in the compost

while its generative growth occurs in the casing soil without much nutritional requirement. In these conditions, the biotic interaction between the strains of *A. bisporus* and the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in the casing soil may not mostly have been associated with competition for nutrients.

Trichoderma species could inhibit growth of other fungi using various mechanisms such as penetration of hyphae, excretion of cell wall degrading enzymes and production of toxic secondary metabolites. Therefore, inhibition of the both strains of *A. bisporus* might have been associated with the biochemical mechanism aforementioned in our study. In this context, it was reported that *T. aggressivum* f. *aggressivum* could inhibit growth of *A. bisporus* by producing antibiotic compounds (Krupke et al., 2003; Williams et al., 2003). In our study, presence of the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in the casing soil led to significantly ($P < 0.01$) higher yield loss in the white strain of *A. bisporus* than the brown strain. This indicates resistance of the brown strain of *A. bisporus* to the *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in the casing soil experiment as well.

Conclusions

To our knowledge, the casing soil experiments were performed for the first time with this study. If *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates and strains of *A. bisporus* exist together, occurrence of biotic interactions between them is probable. As a result, presence of *T. aggressivum* f. *aggressivum* either in compost or casing soil inhibits mycelial growth and sporophore formation of *A. bisporus* and creates substantial yield losses in button mushroom cultivation. Even, presence of *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates in casing soil may cause significantly ($P < 0.01$) higher yield loss than compost. However, brown strain of *A. bisporus* could be more resistance to *T. aggressivum* f. *aggressivum* isolates than white strain of *A. bisporus*. Considering these, in particular, presence of green mold fungi in casing

soil could be more destructive in button mushroom cultivation. Thus, management strategies should be formed in particular against green mold in casing soil in button mushroom cultivation.

Acknowledgements

The study was supported by General Directorate of Agricultural Research and Policies with the project (TAGEM/BSAD/16/7/02/03).

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

Authors' Contributions: MA designed the study and set up experiments, İK contributed to the *in vivo* experiments, MA also analyzed the data of the study and wrote the article.

References

- Anderson, M. G., Beyer, D. M., & Wuest, P. J., (2001). Yield comparison of hybrid agaricus mushroom strains as a measure of resistance to trichoderma green mold. *Plant Disease*, 85, 731-734. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2001.85.7.731>
- Abd-Elsalam, K. A., Almohimeed, I., Moslem, M. A., & Bahkali, A. H., (2010). M13-microsatellite PCR and rDNA sequence markers for identification of *Trichoderma* (hypocreaceae) species in Saudi Arabian soil. *Genetics and Molecular Research*, 9, 2016-2024. <https://doi.org/10.4238/vol9-4gmr908>
- Beyer, D. M., Wuest, P. J., & Kremser, J. J., (2000). Evaluation of epidemiological factors and mushroom substrate characteristics influencing the occurrence and development of *Trichoderma* green mold. In: *Science and cultivation of edible fungi*, Van Griensven, (ed). Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp. 633-640.
- Błaszczuk, L., Popiel, D., Chełkowski, J., Koczyk, G., Samuels, G. J., Sobieralski, K., & Siwulski, M., (2011). Species diversity of *Trichoderma* in Poland. *Journal of Applied Genetics*, 52, 233-243. <https://doi.org/10.1007/s13353-011-0039-z>
- Choudhary, D. K., (2011). First preliminary report on isolation and characterization of novel *Acinetobacter* spp. in casing soil used for cultivation of button mushroom, *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. *International Journal of Microbiology*, 2011, 790285. <https://doi.org/10.1155/2011/790285>
- Guthrie, J. L., & Castle, A. J., (2006). Chitinase production during interaction of *Trichoderma aggressivum* and *Agaricus bisporus*. *Canadian Journal of Microbiology*, 52, 961-967. <https://doi.org/10.1139/w06-054>
- Jiang, Y., Wang, J.-L., Chen, J., Mao, L.-J., Feng, X.-X., Zhang, C.-L., & Lin, F.-C., (2016). *Trichoderma* biodiversity of agricultural fields in east China reveals a gradient distribution of species. *Plos One*, 11, e0160613. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160613>
- Kosanović, D., Potočnik, I., Duduk, B., Vukojević J., Stajić, M., Rekanović, E., & Milijašević-Marčić, S., (2013). *Trichoderma* species on *Agaricus bisporus* farms in Serbia and their biocontrol. *Annals of Applied Biology*, 163, 218-230. <https://doi.org/10.1111/aab.12048>
- Krupke, O. A., Castle, A. J., & Rinker, D. L., (2003). The North American mushroom competitor, *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum*, produces antifungal compounds in mushroom compost that inhibit mycelial growth of the commercial mushroom *Agaricus bisporus*. *Mycological Research*, 107, 1467-1475. <https://doi.org/10.1017/S0953756203008621>
- Ma, G., Yang, W., Zhao, L., Pei, F., Fang, D., & Hu, Q., (2018). A critical review on the health promoting effects of mushrooms nutraceuticals. *Food Science and Human Wellness*, 7, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2018.05.002>
- Mamoun, M. L., Savoie, J.-M., & Olivier, J. M., (2000). Interactions between the pathogen *Trichoderma harzianum* Th2 and *Agaricus bisporus* in mushroom compost. *Mycologia*, 92, 233-240. <https://doi.org/10.1080/00275514.2000.12061150>
- Mirkhani, F., & Alaei, H., (2015). Species diversity of indigenous *Trichoderma* from alkaline pistachio soils in Iran. *Mycologia Iranica*, 2, 22-37. <https://doi.org/10.22043/MI.2015.14264>
- O'Brien, M., Kavanagh, K., & Grogan, H., (2017). Detection of *Trichoderma aggressivum* in bulk phase III substrate and the effect of *T. aggressivum* inoculum, supplementation and substrate-mixing on *Agaricus bisporus* yields. *European Journal of Plant Pathology*, 147, 199-209. <https://doi.org/10.1007/s10658-016-0992-9>
- Potočnik, I., Stepanović, M., Rekanović, E., Todorović, B., & Milijašević-Marčić, S., (2015). Disease control by chemical and biological fungicides in cultivated mushrooms: button mushroom, oyster mushroom and shiitake. *Pesticidi i fitomedicina*, 30, 201-208. <https://doi.org/10.2298/PIF1504201P>
- Samuels, G. J., Dodd, S. L., Gams, W., Castlebury, L. A., & Petrini, O., (2002). *Trichoderma* species associated with the green mold epidemic of commercially grown *Agaricus bisporus*. *Mycologia*, 94, 146-170. <https://doi.org/10.2307/3761854>
- Savoie, J.-M., Iapicco, R., & Largeteau-Mamoun, M. L., (2001). Factors influencing the competitive saprophytic ability of *Trichoderma harzianum* Th2 in mushroom (*Agaricus bisporus*) compost. *Mycological Research*, 105, 1348-1356. <https://doi.org/10.1017/S0953756201004993>
- Sjaarda, C. P., Abubaker, K. S., & Castle, A. J., (2015). Induction of lcc2 expression and activity by *Agaricus bisporus* provides defence against *Trichoderma aggressivum* toxic extracts. *Microbial Biotechnology*, 8, 918-929. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12277>

- Sharma, S. R., Kumar, S., & Sharma, V. P., 2007. Diseases and competitor moulds of mushrooms and their management. Technical Bulletin, National Research Centre for Mushroom (Indian Council of Agricultural Research), Chambaghat, pp. 1-81. Retrieved from https://nrcmushroom.org/Disease___Competitor_Moulds__Dr._S.R._Sharma_.pdf
- Sharma, K. K., & Singh, U. S., (2014). Cultural and morphological characterization of rhizospheric isolates of fungal antagonist *Trichoderma*. *Journal of Applied and Natural Science*, 6, 451-456. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/158352696.pdf>
- Sobieralski, K., Siwulski, M., Blaszczyk, L., Fruzynska-Józwiak, D., & Lisiecka, J., (2012). The effect of infestation with isolates of *Trichoderma* sp. on mycelium growth and yielding in single-spore heterokaryotic cultures of *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 11, 47-57. Retrieved from http://www.hortorumcultus.actapol.net/pub/11_6_47.pdf
- Szczzech, M., Staniaszek, M., Habdás, H., Uliński, Z., & Szymański J., (2008). *Trichoderma* spp. the cause of green mold on Polish mushroom farms. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 69, 105-114. <https://doi.org/10.2478/v10032-008-0025-0>
- Szukács, G., & Geösel, A., (2018). Effects of different casing onto the yield of button mushroom. *Review on Agriculture and Rural Development*, 7, 77-80. Retrieved from <https://ojs.bibl.u-szeged.hu/index.php/rard/article/view/33104>
- Williams, J., Clarkson, J. M., Mills, P. R., & Cooper, R. M., (2003). Saprotrophic and mycoparasitic components of aggressiveness of *Trichoderma harzianum* groups toward the commercial mushroom *Agaricus bisporus*. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, 4192-4199. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.7.4192-4199.2003>



Diallel analysis of salinity tolerance at germination and the early seedling stage in bread wheat (*Triticum aestivum* L.)

Ekmeklik buğdayın (Triticum aestivum L.) çimlenme ve fide döneminde tuzluluk stresine toleransının diallel analizi

Ferhat KIZILGEÇİ¹

¹Department of Plant and Animal Production, Kızıltepe Vocational School, Mardin Artuklu University, Mardin, Turkey

To cite this article:

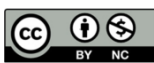
Kızılgeçi, F. (2021). Diallel analysis of salinity tolerance at germination and the early seedling stage in bread wheat (*Triticum aestivum*). Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 23-29.
DOI:10.29050/harranziraat.755280

Address for Correspondence:
Ferhat KIZILGEÇİ
e-mail:
ferhatkizilgeci@artuklu.edu.tr

Received Date:
19.06.2020

Accepted Date:
03.11.2020

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



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

ABSTRACT

Salt stress is one of the most crucial abiotic stress factors and affects about 20 % of the world's irrigated land. The present study was conducted to evaluate the combining effects of salinity stress response at the early seedling stage, (root length, coleoptile length, shoot length, germination rate and germination vigour) using four parents and their 4 x 4 full-diallel crosses of bread wheat. Parents and their F₂ hybrids were assessed in the laboratory under salinity stress induced by sodium chloride (NaCl) with two treatments (0 control, 100 mMol). General Combining Ability (GCA) mean squares were highly significant for all traits studied. The GCA: SCA (Specific Combining Ability) rate was greater than the unit for all the traits studied and additive genes indicated a higher contribution than non-additive genes in the inheritance of these characters. GCA effects showed that '84CZT04' was the desirable general combiner for coleoptile length, root length and shoot length under salinity stress condition. Estimates of the SCA effects of crosses demonstrated that 1 x 4 and 3 x 1 could be regarded as the most desirable cross-combination for root and shoot length at both conditions.

Key Words: Combining ability, Full diallel, Segregation population, Salinity stress, Coleoptile

ÖZ

Tuz stresi en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir ve dünyadaki sulanan alanın yaklaşık olarak % 20'sini etkilemektedir. Bu çalışma, dört ekmeklik buğday ebeveyni ve bunların 4 x 4 tam diallel melezlerinin erken fide aşamasında (kök uzunluğu, koleoptil uzunluğu, sürgün uzunluğu, çimlenme hızı ve çimlenme gücü) tuzluluk stresine tepkisini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Ebeveynler ve F₂ hibridlerine sodyum klorür (NaCl) uygulanarak (0 kontrol, 100 mMol) laboratuvar koşullarında değerlendirilmiştir. Genel Uyum Yeteneğinin (GUY) kareler ortalaması incelenen tüm özellikler için oldukça yüksek düzeyde olumlu ve önemli bulunmuştur. GUY:ÖUY (Özel Uyum Yeteneği) oranı, incelenen tüm özellikler için bir den büyük bulunmuş bu da eklemeli gen etkisinin eklemeli olmayan gen etkisinden daha yüksek bir katkı sağladığını göstermiştir. Stres koşulları altında '84CZT04' çeşidi GUY etkileri yönünden koleoptil uzunluğu, kök uzunluğu ve sürgün uzunluğu özellikleri için istenen kombiner olduğunu göstermiştir. Melezlerin ÖUY etkilerine ilişkin tahminlerde ise, her iki koşulda 1 x 4 ve 3 x 1'in kök ve sürgün uzunluğu özellikleri için ümitvar melez kombinasyonlar olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kombinasyon yeteneği, Tam diallel, Açılma kuşakları, Tuzluluk stresi, Koleoptil

Introduction

Environmental stresses unfavourably influence the growth and production of plants, especially

those that are sensitive to salinity. These stresses cause severe changes in plant growth, physiology and metabolism, threatening plant farming around the world (Lunde et al., 2007; Islam et al.,

2011). The losses in wheat production are especially due to abiotic stress conditions, such as drought, heat stress and salinity rather than to biotic factors (Abhinandan et al., 2018). Abiotic stress estimated to account for over 50% of yield losses worldwide (Alcázar et al., 2006) Salinity is one of the limiting factors for all plant production. Salty soils are quite common around the world, especially in arid and semi-arid climate regions. Approximately 20 % of the world's irrigable agricultural land is affected by salt (FAO, 2018). However, Wang et al. (2003) predicted that by 2050, 50 % of agricultural land will be affected by salinity. Salt stress is usually caused by sodium salts and NaCl salts in particular.

At early growth stages such as germination and seedlings stand embellishment of major plants is sensitive and finally reduced the final yield under salinity conditions. Therefore, high germination rate and early vigorous growth of plant should be preferred to grow under saline condition (Kızılgöçü and Yildirim, 2014). Germination is a significant stage in the life cycle of plants particularly under saline environments as it is determine the degree of crop establishment (Vardar et al., 2014).

Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) is the world's leading commonly grown food cereal because of its wider adaptability and nutritional value than other cereals (Yassin et al., 2019). It may be more sensitive to salinity at specific developmental stages, i.e. germination and seedling stage (Yildirim et al., 2015); tillering and stem elongation stage (Mass et al., 1996; Ding et al., 2018); and anthesis and grain filling stage (Francois et al., 1994; Abro et al., 2009; Zheng et al., 2009). Breeders generally unwilling to use of seedling traits for the selection of varieties, given that the selection for yield mostly captures the optimal characteristics of the environment. However, the evaluation of seedling traits may accelerate the selection process for wheat breeding. Early seedling growth characteristics, such as coleoptile, root length and shoot height, could be used as preselection criteria to screening wheat genotypes for salinity tolerance.

The diallel analysis is one of the biometrical

techniques that have been used extensively to gain combining abilities information in various crops (Iqbal, 2004). Diallel crosses as mating models are often used to investigate the genetic features of inbred lines in plant breeding studies. Plant breeders often need overall information on the average performance of individual inbred lines in crosses, known as the general combine ability, for the consequent selection of the best ones for further breeding. Diallel crossing techniques are used for this purpose (Ghosh and Das, 2003) Diallel mating models supply useful genetic information for breeders, such as general combination ability GCA and specific combination ability SCA, to help them develop appropriate breeding and selection strategies (Makumbi, 2005; Zhang et al., 2005; Kızılgöçü, 2020). The present study aims to assess the combining effects at early seedling salinity stress response (root length, coleoptile length, shoot length, germination rate and germination vigour) using four parents full-diallel bread wheat crosses.

Materials and Methods

Genetic material, crosses and salinity tolerance evaluation

Four genotypes of bread wheat containing Ballatilla (1), Seri 82 (2), 84CZT04 (3) and HP1744 (4) were used as parents in the current study. Salinity tolerance assessment of four spring wheat cultivars and their full 4 × 4 diallel F₂ hybrids was conducted in the laboratory of the department of field crops at Sırnak University in 2017. Sixty seeds of each of the four parents and their F₂ population (total 16 genotypes) were surface sterilized in 10% sodium hypochlorite solution for 10 minutes and then carefully washed three times thoroughly with distilled water to remove the sterilizing extract. Two different concentrations of NaCl, 0 and 100 mMol were used. Twenty seeds of each genotype in 10 ml salt solution were germinated in each Petri-dish (120 mm × 20 mm) with two layers of Whatman no.1 filter paper.

All Petri-dishes were placed in the growing

chamber at 24°C for 8 days with 18 hours light/6 hours dark photoperiod. In each of these treatments, a randomized complete design (RCD) with three replications was performed and placed on different shelves in the growth room. The number of germinated seeds on the 4th day was referred to as the germination rate (GR). The percentage of germinated seeds on the 8th day was referred to as the germination vigour (GV). The coleoptile length, root length and shoot height were recorded from ten randomly selected seedlings for each treatment of each replication on 8th day.

Statistical analysis

The Diallel analysis was carried on by a SAS program (1998) with genotype and treatment as fixed effects, in accordance with the Griffing (1956) Method 1 (including parents and reciprocals). Multiple comparisons of means of data between among different salinity treatments with genotypes were performed LSD test at 5% significance level.

Results and Discussion

Analysis of variance and mean performance of salinity tolerance traits

Variances estimates for general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) of the F₂ diallel crosses of bread wheat for combined data under non-salinity and salinity stress are given in Table 1. The differences

between genotypes were highly significant for all studied characters. The significant differences were observed for all traits, except the coleoptiles length under non-salinity and salinity stress condition. Genotype × Treatment interactions was showed significant differences for root length, shoot length and germination vigour. The CV of the root length was found highly due to increased genetic variation. The effects of GCA were significant for all traits. The variances of SCA were significant for root length, shoot length and germination rate. GCA × T interaction was significant for coleoptile length, root length and germination vigour, while the SCA × T interaction was significant for root length. Reciprocal effect (REC) was significant for the root length, shoot height and germination vigour. Differences for these traits may have occurred due to cytoplasmic effects. REC × T interaction had a highly significant difference for root length, shoot length. The general combining ability (GCA) effect was significantly higher than the specific combining ability (SCA) effects for all features. The GCA:SCA values were determined as 28.1 for coleoptile length, 2.1 for root length, 1.4 for shoot length, 1.8 for germination rate and 5.5 for germination vigour. This confirmed the large contribution of additive gene action in the inheritance of these characters. Muralia and Sastry (2001) reported inherited additive and non-additive gene effects in control of wheat salinity tolerance at the seedling stage.

Table 1. Mean squares due to general (GCA) and specific (SCA) combining ability and their interactions for studied seedling stage traits in F₂ diallel crosses under low and high salinity

Source	DF	Coleoptile length	Root Length	Shoot length	GR	GV
Treatment (T)	1	0.131	1116.905***	542.896***	5221.500***	11008.167***
Replication	4	0.032	0.539	0.207	12.500	39.042
Genotype (G)	15	0.172**	17.501***	11.064***	266.300**	114.567**
G×T	15	0.094	12.370***	3.660**	86.211	81.144*
GCA	3	0.594***	31.029***	14.409***	445.667**	271.500**
SCA	6	0.021	14.512***	10.173***	244.694*	49.056
GCA×T	3	0.171*	14.005**	2.373	61.667	214.611**
SCA×T	6	0.136	13.898**	2.823	55.806	47.722
REC	6	0.113	13.726**	10.282***	198.222	101.611*
REC×T	6	0.012	10.024**	5.139**	128.889	47.833
Error	60	0.060	2.451	1.326	96.589	41.931
CV		9.479	23.325	14.138	17.433	7.705
GCA/SCA		28.1	2.1	1.4	1.8	5.5

*, ** and *** Significance at 5%, 1% and 0.1% levels, respectively. GR:germination rate, GV:germination vigour

Evaluation of mean performances of parents and their F₂ hybrids

The mean value of examined characters for parent and F₂ hybrids are shown in Table 2. Mean value for all characteristics under salinity stress were considerably lower than those under non-stressed conditions. When parents' features are examined, coleoptile length ranged from 2.26 cm to 2.90 cm in control and from 2.15 cm to 3.08 cm in salinity stress condition. The root length varied from 8.55 cm to 16.57 cm under control condition and from 2.52 cm to 4.24 cm under salinity stress. The shoot length varied between 10.07-12.19 cm in non-salinity and between 3.6-7.65 cm in salinity treatment. GR ranged from 50.7% to 73.3% in control and from 30.7% to 61.3% in salt condition. GV varied from 86.7% to 94.7% in control and from 57.3% to 80% in salinity treatment.

The hybrid values ranged from 2.37 cm (2 × 1) to 3.03 cm (3 × 1) in control and 2.29 cm (2 × 4) to 2.86 cm (4 × 3) for coleoptiles length in salinity stress, 3.87 cm (3 × 1) to 13.40 cm (3 × 2) in control and 2.12cm (2 × 3) to 4.77 cm (4 × 1) in salinity stress for root length, 6.26 cm (3 × 1) to 12.36 cm (3 × 4) in control and 3.21cm (1 × 2) to 7.79 cm (4 × 1) in salt condition for shoot length, 50.7% (3 × 1) to 77.3 (1 × 2) in control and 44.0 % (3 × 1) to 56.0 % (1 × 2) in salinity stress for GR, 92% (1 × 3) to 100% (2 × 4) in control and 66.6% (1 × 3) to 85.4% cm (2 × 4) in salinity stress for GV.

Coleoptile length was increased under stress conditions in some genotypes. The highest increase was seen in '84CZT04' (15.8 %). Similar to our research, Kızılgeçi et al. (2010) determined the highest coleoptile length in 100 mMol salt treatment. 'HP1744' was the most affected genotype in terms of root length (81%) and the shoot length (65%) in salinity treatment compared to control, while 3 × 1 (11%) was less affected. Growth parameters that were analyzed (root and shoot length) showed that 100 mMol NaCl treatment caused stress at genotypes examined. However, based on our data, 3 × 1 was also found to be less affected than other genotypes, indicating that 3 × 1 is more salinity tolerant than other genotypes. Many researchers

reported that in the early seedling period, salinity stress has negative effects on root length, seedling length, germination rate and germination vigour (Kızılgeçi et al., 2010; Bouthour et al., 2015; Yildirim et al., 2015; Oral et al., 2019; Kızılgeçi et al., 2020).

Ekmekci et al. (2005), with an increased salt concentration in the growing medium, plant water intake becomes difficult. An increase in osmotic pressure prevents plant roots from getting water (Ayyıldız, 1990). The first symptom of plants not getting enough water is leaf area decrease.

Estimates of general and specific combining ability effects

The effects of general combining ability for parents, specific combining ability for diallel crosses and reciprocal combining ability for reciprocal hybrids were estimated and represented in Table 3.

'84CZT04' gave maximum positive GCA effect values for coleoptile length, root length and shoot height at both conditions. '84CZT04' was found to be best combiner for coleoptile length, root length and shoot length. 'HP1744' recorded the highest positive for germination vigour under salinity stress. 'Ballatilla' recorded the highest negative GCA effect value for root length; shoot height, germination rate and germination vigour.

The cross 1 × 4 gave maximum positive SCA effect values for root length and shoot length at both conditions, while the cross 3 × 4 maximum positive SCA effect values for root length at salinity stress. The cross 1 × 3 exhibited maximum negative effect for root and shoot length at both conditions, while the cross 3 × 1 showed maximum positive effect.

The reciprocal cross 3 × 1 recorded maximum positive effect for root length, shoot height and germination rate at non-salinity stress. The cross 4 × 2 recorded maximum negative effect value root length and shoot height and maximum positive value for germination vigour under both conditions. Griffing (1956) suggested that reciprocal effects can be used to identify

variability due to maternal effects and sex-linked genes.

The previous studies were presented signified to positive and negative reciprocal effect, indicating the presence of maternal effect (Mahmood, 2010; Mohammad, 2012). Rebetzke

et al. (2004) noted that coleoptile length had high heritability and additive gene action. Varieties with longer coleoptiles commonly have improved rates and vigour and produce more plants (Rebetzke et al., 2007)

Table 2. The average value of all characteristics for parents, F2 diallel crosses and reciprocal crosses of bread wheat under salinity and non salinity stress conditions

Parents/ Hybrids	Coleoptile length			Root length(cm)			Shoot length(cm)			Germination Rate (%)			Germination vigour (%)		
	(cm)														
	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M
1	2.58	2.31	2.45	9.54	2.81	6.17	10.07	5.12	7.59	50.7	30.7	40.7	94.7	57.3	76.0
2	2.26	2.40	2.33	8.55	2.52	5.53	10.66	6.71	8.68	73.3	61.3	67.3	96.0	77.3	86.7
3	2.66	3.08	2.87	16.57	4.24	10.40	12.19	7.65	9.92	61.3	49.3	55.3	86.7	72.0	79.3
4	2.90	2.15	2.53	11.68	2.16	6.92	10.24	3.60	6.92	60.0	60.0	60.0	94.0	80.0	87.0
1x2	2.53	2.57	2.55	6.11	2.92	4.51	8.41	3.21	5.81	77.3	56.0	66.7	94.0	66.7	80.3
1x3	2.66	2.59	2.62	9.43	2.82	6.13	10.52	6.04	8.28	69.3	46.7	58.0	92.0	66.6	79.3
1x4	2.56	2.45	2.50	11.01	2.57	6.79	11.74	4.30	8.02	72.0	46.7	59.3	96.0	70.7	83.3
2x1	2.37	2.41	2.39	8.97	3.13	6.05	10.29	4.13	7.21	64.0	49.3	56.7	94.7	73.3	84.0
2x3	2.74	2.51	2.62	11.11	2.12	6.61	10.55	4.39	7.47	66.7	49.3	58.0	94.7	70.7	82.7
2x4	2.52	2.29	2.40	7.34	2.57	4.95	9.48	4.55	7.02	68.0	53.3	60.7	100.0	85.4	92.7
3x1	3.03	2.80	2.91	3.87	3.44	3.66	6.26	5.56	5.91	50.7	44.0	47.3	96.0	72.0	84.0
3x2	2.72	2.70	2.71	13.40	3.76	8.58	11.37	7.35	9.36	62.7	46.7	54.7	97.3	69.3	83.3
3x4	2.51	2.60	2.56	12.98	4.51	8.75	12.36	7.23	9.79	58.7	48.0	53.3	96.0	80.0	88.0
4x1	2.59	2.58	2.58	10.25	4.77	7.51	10.68	7.79	9.24	57.3	52.0	54.7	96.0	80.0	88.0
4x2	2.63	2.53	2.58	12.20	4.12	8.16	11.94	7.63	9.78	54.7	45.3	50.0	94.7	66.7	80.7
4x3	2.79	2.86	2.83	8.97	4.37	6.67	11.58	6.98	9.28	73.3	45.3	59.3	93.3	85.3	89.3
Mean Parent	2.60	2.49	2.54	11.58	2.93	7.26	10.79	5.77	8.28	61.3	50.3	55.8	92.8	71.7	82.3
Mean Hybrid	2.64	2.58	2.61	9.64	3.42	6.53	10.43	5.76	8.10	64.6	48.6	56.6	95.4	73.9	84.6
LSD (5%)	ns	0.30	0.28	3.97	1.76	2.10	1.94	1.89	1.31	ns	ns	11.2	ns	12.9	7.5

ns: non-significant, Ballatilla (1), Seri 82 (2), 84CZT04 (3), HP1744 (4), C:Control, S:Salt, M: Means

Table 3. Effects of general (GCA) and specific combining ability (SCA) for parents, F2 diallel crosses and reciprocal crosses (REC)

	Coleoptile length			Root length			Shoot length			Germination rate			Germination vigour		
	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M	C	S	M
GCA															
1	-0.02	-0.05	-0.03	-1.53**	-0.14	-0.84***	-0.77*	-0.61**	-0.69***	-2.25	-4.50**	-3.38**	0.00	-5.33**	-2.67**
2	-0.13*	-0.07**	-0.10*	-0.60	-0.34*	-0.47**	-0.10	-0.18	-0.14	3.75	3.83*	3.79**	1.17	0.00	0.58
3	0.09	0.22***	0.16***	1.49**	0.39**	0.94**	0.35	0.84**	0.60**	-0.75	-1.67	-1.21	-1.92*	0.17	-0.88
4	0.05	-0.10**	-0.03	0.64	0.10	0.37	0.51*	-0.06	0.23	-0.75	2.33	0.79	0.75	5.17***	2.96**
SCA															
1x2	-0.04	0.06	0.01	-0.46	0.21	-0.12	-0.30**	-1.31	-0.80**	5.42	4.33	4.88*	-1.58	2.00	0.21
1x3	0.14	-0.04	0.05	-3.43***	-0.41	-1.92***	-1.72***	-0.20	-0.96**	-0.75	2.50	0.88	1.17	1.17	1.17
2x3	0.13	-0.10	0.02	1.24	-0.40	0.42	0.18	-0.56	-0.19	-2.08	-3.17	-2.63	2.00	-3.50	-0.75
1x4	-0.09	0.11	0.01	1.40*	0.41	0.91*	0.94*	0.94*	0.94**	3.92	2.50	3.21	0.50	2.17	1.33
2x4	0.03	0.03	0.03	-0.40	0.28	-0.06	-0.22	0.56	0.17	-5.42	-5.83	-5.63*	0.67	-2.50	-0.92
3x4	-0.12	0.06	-0.03	-1.28	0.65*	-0.31	0.58	0.55	0.57*	3.75	-3.00	0.38	1.08	4.00	2.54
REC															
2x1	0.08	0.08	0.08	-1.43	-0.11	-0.77	-0.94	-0.46	-0.70*	6.67	3.33	5.00	-0.33	-3.33	-1.83
3x1	-0.18	-0.11	-0.15*	2.78**	0.31	1.24**	2.13**	0.24	1.19**	9.33*	1.33	5.33	-2.00	-2.67	-2.33
4x1	-0.01	-0.07	-0.04	0.38	-1.10**	-0.36	0.53	-1.75**	-0.61	7.33	-2.67	2.33	0.00	-4.67	-2.33
3x2	0.01	-0.09	-0.04	-1.14	-0.82*	-0.98*	-0.41	-1.48**	-0.94**	2.00	1.33	1.67	-1.33	0.67	-0.33
4x2	-0.06	-0.12	-0.09	-2.43**	-0.78*	-1.60**	-1.23*	-1.54**	-1.38**	6.67	4.00	5.33	2.67	9.33**	6.00**
4x3	-0.14	-0.13	-0.13	2.01*	0.07	1.04	0.39	0.13	0.26	-7.33	1.33	-3.00	1.33	-2.67	-0.67

*, ** and *** Significance at 5%, 1% and 0.1% levels, respectively. Ballatilla (1), Seri 82 (2), 84CZT04 (3), HP1744 (4);

C: Control, S:Salt, M: Means

Conclusion

This research showed a greater ratio of the additive and additive x additive than the non-additive genetic variance in controlling the inheritance of all the characteristics studied under non-stress and salinity stress level. The best parent(s) may be chosen for a breeding program by predicting parents' genetic merit based on the breeding priority of main genetic effects. GCA effects showed that '84CZT04' was the desirable general combiner for coleoptile length, root length and shoot length, whereas HP1744 was a good general combiner for root length, germination rate and germination force under salinity stress. Estimates of the SCA effects of crosses demonstrated that 1 x 4 and 3 x 1 could be regarded as the most desirable cross-combination for root length and shoot length, respectively. These findings could be beneficial for plant breeders and diallel analysis could also be used as a useful method for testing future or existing varieties at early stage for salt stress resistance.

Conflict of Interest: The author declares no conflict of interest.

Authors' Contributions: FK designed, conducted the research, as well as prepared the manuscript.

References

Abhinandan, K., Skori, L., Stanic, M., Hickerson, N., Jamshed, M., & Samuel, M. A. (2018). Abiotic stress signaling in wheat—an inclusive overview of hormonal interactions during abiotic stress responses in wheat. *Frontiers in plant science*, 9, 734. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00734>

Abro, S. A., Mahar, A. R., & Mirbahar, A. A. (2009). Improving yield performance of landrace wheat under salinity stress using on-farm seed priming. *Pak. J. Bot*, 41(5), 2209-2216.

Alcázar, R., Marco, F., Cuevas, J. C., Patron, M., Ferrando, A., Carrasco, P., Tubircio A.F., and Altabella, T. (2006). Involvement of polyamines in plant response to abiotic stress. *Biotechnology letters*, 28(23), 1867-1876. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10529-006-9179-3>

Ayyıldız, M. (1990). Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Yayınları 1196, Ankara.

Bouthour, D., Kalai, T., Chaffei, H. C., Gouia, H., & Corpas, F. J. (2015). Differential response of NADP-dehydrogenases and carbon metabolism in leaves and roots of two durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars (Karim and Azizi) with different sensitivities to salt stress. *Journal of plant physiology*, 179, 56-63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.02.009>

Ding, J., Huang, Z., Zhu, M., Li, C., Zhu, X., & Guo, W. (2018). Does cyclic water stress damage wheat yield more than a single stress?. *PloSone*, 13(4), e0195535. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195535>

Ekmekci, E., Apan, M., & Kara, T. (2005). The effect of salinity on plant growth. *J. of Fac. of Agric. Omu*, 20, (3), 118-125.

FAO (2018). Food and Agricultural Organization. Retrieved from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> accessed on 2018.

Francois, L.E., Grieve, C.M., Maas, E.V., & Lesch, S.M. (1994). Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. *Agronomy journal*, 86(1), 100-107.

Ghosh, H., & Das, A. (2003). Estimation of ratio of variance component and optimal dialled cross designs. http://www.isid.ac.in/e_statmath/eprints, Delhi centre 7.

Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian journal of biological sciences*, 9(4), 463-493.

Iqbal, M. (2004). Diallelic analysis of some physio-morphological traits in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Ph.D. dissertation submitted to the University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

Islam M.S., Akhter, M. M., EL Sabagh, A., Liu, L. Y., Nguyen, N. T., Ueda, A., Masaoka, Y., & Saneoka, H. (2011). Comparative studies on growth and physiological responses to saline and alkaline stresses of Foxtail millet (*Setaria italica* L.) and Proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 5, 1269- 1277.

Kızılgeçi, F., Yildirim, M., & Akinci, C. (2010). Determination of salinity reactions of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. 1. *Symposium of UDUSIS*, (pp. 301-307), 24-26 May, Diyarbakir, Turkey.

Kızılgeçi, F., & Yildirim, M. (2014). Determination of salinity stress resistance of wild wheat at germination stages. *Turkey 5th Seed Congress with International Participation and Sectoral Business Forum*, (pp. 529-533). 19-23 October, Diyarbakir, Turkey.

Kızılgeçi, F. (2020). Diallel analysis of spad, yield component and nitrogen use efficiency of some bread wheat genotypes under low and high nitrogen levels. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(8), 7071-7080.

Kızılgeçi, F., Ebrahim Pour, N., & Hossain A. (2020). Growth and physiological traits of five bread wheat (*Triticum aestivum*L.) genotypes are influenced by different levels of salinity and drought stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(9A), 8592-8599.

Lunde, C., Drew, P. D., Jacobs, A. K., & Tester, M. (2007). Exclusion of Na⁺ via sodium ATPase (PpENA1) ensures normal growth of *Physcomitrella patens*

- under moderate salt stress. *Plant Physiol*, 144, 1786-1796. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.106.094946>
- Makumbi, D. (2005). Phenotypic and genotypic characterization of white maize inbreds, hybrids and synthetics under stress and non-stress environments. Ph.D. Dissertation Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas University.
- Maas, E. V., Lesch, S. M., Francois, L. E., & Grieve, C. M. (1996). Contribution of individual culms to yield of salt-stressed wheat. *Crop science*, 36(1), 142-149. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600010026x>
- Mahmood, Y. A. (2010). full diallel crosses in two – rowed Barley (*Hordeum vulgare* L.). MSc. Thesis, college of agriculture, University of Sulaymani.
- Mohammad, L. F. (2012). Genetic Analysis of six – rowed Lines of Barely (*Hordeum vulgare* L.). Using Full Diallel Crosses. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, Sciences of University Sulaymani.
- Muralia, S., & Sastry, E. D. (2001). Combining ability for germination and seedling establishment characters in bread wheat (*Triticum aestivum*) under normal and saline environments. *Indian Journal of Genetics*, 60(1) 69-70.
- Oral, E., Altuner, F., Tuncturk, R., & Tuncturk, M. (2019). The impact of salt (NaCl) stress on germination characteristics of gibberellic acid pretreated wheat (*Triticum Durum* Desf) seeds. *Applied Ecology And Environmental Research*, 17(5), 12057-12071. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1705_1205712071
- Rebetzke, G., Richards, R. A., Sirault, X. R. R., & Morrison, A. D, (2004). Genetic analysis of coleoptile length and diameter in wheat. *Aust J Agric Res.*, 55, 733–743. DOI: <https://doi.org/10.1071/AR04037>
- Rebetzke, G. J., Richards, R. A., Fettel, N. A., Long, M., Condon, A. G., Forrester, R. I., & Botwright, T. L. (2007). Genotypic increases in coleoptile length improves stand establishment, vigor and grain yield of deep-sown wheat. *Field Crops Res.*, 100, 10–23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.05.001>
- Wang, W., Vinocur, B., & Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00425-003-1105-5>
- Vardar, Y., Çifci, E.A., and Yagdi, K. (2014) Salinity effects on germination stage of bread and durum wheat cultivars. *Yyu J Agr Sci.*, 24(2), 127-139.
- Yassin, M., El Sabagh, A., Mekawy, A. M. M., Islam, M. S., Hossain, A., & Islam, M. S. (2019). Comparative performance of two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under salinity stress. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 5029–5041. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_50295041
- Yildirim, M., Kizilgeci, F., Akinci, C., & Albayrak. O. (2015). Response of durum wheat seedlings to salinity. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(1), 108-112. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha4319708>
- Zhang, Y., Kang, M. S., & Lamkey, K. R. (2005). DIALLEL-SAS05: A Comprehensive Program for Griffing's and Gardner Eberhart Analysis. *Agron. J.*, 97, 1097–1106.
- Zheng, C. F., Jiang, D., Dai, T. B., Jing, Q., & Cao, W. X. (2009). Effects of salt and waterlogging stress at post-anthesis stage on wheat grain yield and quality. *Yingyong Shengtai Xuebao*, 20(10), 2391-2398.



Determination of seed yield, oil and fatty acid composition of some oil type sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes in Diyarbakır conditions

Diyarbakır koşullarında bazı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin verim, yağ ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi

Ferhat ÖZTÜRK^{1*}

¹Sirnak University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crop, Sirnak, Turkey

To cite this article:

Öztürk, F. (2021). Determination of seed yield, oil and fatty acid composition of some oil type sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes in Diyarbakır conditions. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1):30-40.

DOI:10.29050/harranziraat.756505

Address for Correspondence:

Ferhat ÖZTÜRK

e-mail:

fozturk@sirnak.edu.tr

Received Date:

23.06.2020

Accepted Date:

03.11.2020

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



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

ABSTRACT

Oil seeds have a significant effect on human and animal nutrition because of their protein, fat, carbohydrate and mineral content. This study was carried out to determination of yield, oil and fatty acid composition of some oil sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes in Diyarbakır conditions in 2018. The experiment was arranged in a randomized block design with three replications. In the study, thirteen different sunflower genotypes (Nantio, Turkuaz, Sanbro, Sanay MR, Armada CL, Bosfora, Tarsan 1018, LG 5580, Sirena, Transol, LG 5482, Coral and Tunca) were used as plant material. In the study plant height, head diameter, 1000 seed weight, seed yield, protein content, oil content, content of saturated and unsaturated fatty acids in the sunflower genotypes were investigated. The result showed that significant differences were found between genotypes with respect to yield and oil quality components. According to mean values, the highest seed yield obtained from LG-5580 genotype (3813 kg ha⁻¹). The highest values 1000 seed weight were found from LG-5580 (73.7 g) and Tunca (72.5 g) genotypes. The great oil content found as 44.6% from Armada CL genotype. The highest Linoleic acid content values were found by Tunca (55.7%) and LG-5580 (55.3%) genotypes, while the highest oleic values were determined by Bosfora (37.8%) genotype. It was concluded that LG-5580 genotype could reliably be used in sunflower farming under ecological conditions in Diyarbakır, Turkey.

Key Words: Sunflower (*Helianthus annuus* L.), Seed yield, Oil content, Fatty acid

ÖZ

Yağlı tohumlar protein, yağ, karbonhidrat ve mineral içeriği nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma, 2018 yılında Diyarbakır koşullarında bazı yağlı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) genotiplerinin verim, yağ ve yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi için yapılmıştır. Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Çalışmada 13 farklı ayçiçeği genotipi (Nantio, Turkuaz, Sanbro, Sanay MR, Armada CL, Bosfora, Tarsan 1018, LG 5580, Sirena, Transol, LG 5482, Mercan ve Tunca) kullanılmıştır. Çalışmada bitki boyu, tabla çapı, 1000 tohum ağırlığı, tohum verimi, protein içeriği, yağ içeriği, ayçiçeği içindeki doymuş ve doymamış yağ asitlerinin içeriği araştırılmıştır. Sonuç, verim ve yağ kalitesi bileşenleri bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar bulunduğunu göstermiştir. Ortalama değerlere göre, en yüksek tohum verimi LG-5580 genotipinden (3813 kg ha⁻¹) elde edilmiştir. En yüksek 1000 tohum ağırlığı değerleri LG-5580 (73.7 g) ve Tunca (72.5 g) genotiplerinden saptanmıştır. En yüksek yağ içeriği Armada CL genotipinden % 44.6 olarak bulunmuştur. En yüksek Linoleik asit içeriği değerleri Tunca (% 55.7) ve LG-5580 (% 55.3) genotiplerinden bulunurken, en yüksek oleik değerleri Bosfora (% 37.8) genotipinde belirlenmiştir. LG-5580 genotipinin, Diyarbakır ili ekolojik koşullarında ayçiçeği tarımında güvenle kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), Tohum verimi, Yağ içeriği, Yağ asitleri

Introduction

Oilseeds are rich in protein, oil, carbohydrate, and minerals; thus, they have a significant effect on human nutrition and animal feeding. Oil seeds also have an important in terms of in vegetable oil production with high and quality oil content (40-50%). Oil seeds may generate a great source of raw material in the industry. Sunflower is an important oil crop both in the world and in Turkey. Sunflower is grown in 26 million hectares of land worldwide. Considering such a huge cultivated land, the sunflower was considered to have a large adaptation area. According to 2018 data of Turkey, sunflower farming is practiced over 734 thousand ha land area and annual production is around 1.9 million tons (FAO, 2018). In Turkey, majority of vegetable oil production (80%) comes from oil seeds. Approximately 65% of vegetable oil production comes from sunflower and the rest from cottonseed, olive, soybean, and the other oil seeds (Yosmanoğlu, 2002; Çetin and Başalma, 2005). Vegetable oil quality largely depends on ratio of triacylglycerol to three types of fatty acids: saturated, monounsaturated and polin saturated, however, nutritional, and technological characteristics of these fatty acids depend on softened compounds, especially on sterols and tocopherols. Sunflower unsaturated fatty acids are composed of oleic acid (14-43%), linoleic acid (44-75%), and the other fatty acids (0.7%) (Baydar and Turgut, 1999). High linoleic acid contents indicate high quality of vegetable oils (Wagner et al., 2001). Linoleic acid reduces saturation degree of the oil and facilitates digestion and passes into the blood (Kolsarıcı et al., 1995).

As it was in every culture crop, besides plant genetics, physiological, morphological and agronomic characteristics and cultural practices significantly influence yield and quality of sunflower. Therefore, such characteristics and practices should be well-known for high yield and quality. Positive significant correlations were reported in a previous study between linoleic acid content and tocopherol concentration of sunflower genotypes (Kamal-Eldin and

Andersson, 1997). Late sowings negatively influence pollination in sunflower because of high temperatures at flowering stage. Especially in the seed development stage, high temperatures affect the fatty acid composition and decrease the oil quality (Kolsarıcı et al., 1987).

Daylight has positive effects on fatty acid composition of sunflowers through different effects on different agronomic traits (Gielen, 1992; Gallina Tosci et al., 1997). Total daylight and day length during the development seed shell significantly influence daily changes in oleic and linoleic acids of sunflower oil, but temperature does not have any effects on these parameters. On the other hand, field and controlled experiments revealed that low temperature increased linoleic acid contents and decreased oleic acid contents of standard cultivars (Harris et al., 1980; Chaampolivier and Merrien, 1996).

As it was in the other cultural crops, sunflower yield and quality could significantly be improved by using appropriate cultivars well adapted to regional conditions. In this study, yield, yield components and fatty acid composition of different sunflower genotypes were determined under ecological conditions of Diyarbakır province of Turkey.

Material and Methods

Location and duration

Experiment to determine the agronomic and quality traits of some sunflower cultivars registered under second-crop in Diyarbakır ecological condition was conducted over an experimental site located at 37°53'25.88" N and 40°16'23.56" E coordinates with an altitude of 670 m in 2018 growing season (Figure 1).

Soil properties

The soil samples were taken at 0-30 cm depth before the sowing the crop for determination of chemical and physical properties of the soil. The soil contains 71.6% clay, 1.25% organic matter, 1.63 kg da⁻¹ phosphorus, potassium high level, 13.02% alkaline, 0.01- 0.02% salt and pH 7.73.

Weather information

Monthly average temperature, total rainfall and average humidity during the experimental period were recorded at the Turkish State Meteorological Station Turkey. Climate information is seen in Figure 1 during experiment temperature fluctuated from 18.1 to 31.8 °C. The average

temperature was around 25.3 °C and average rainfall 39.13 mm.

Experimental treatments and design

The experiment was arranged in a randomized block design with three replications.

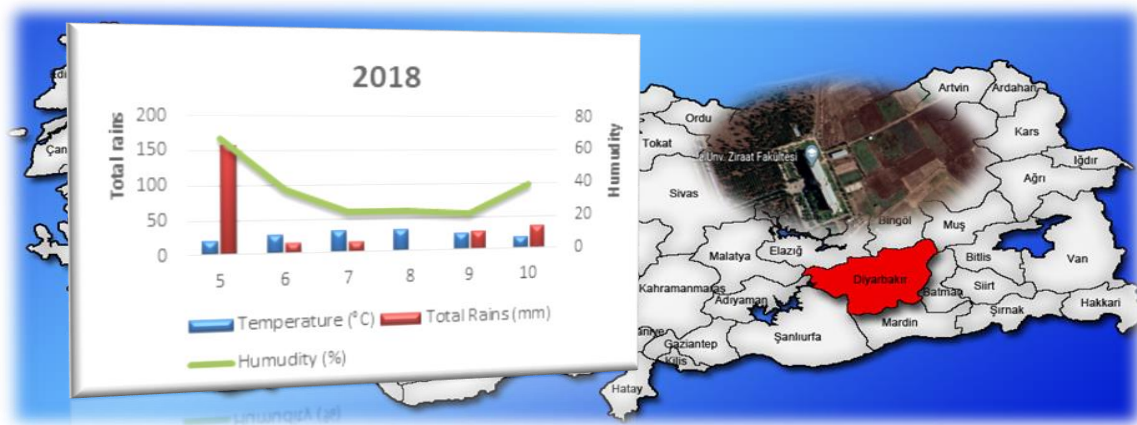


Figure 1. Experimental area and climatic data in 2018

Plant material

A total of 13 sunflower genotypes (1-Nantio (early), 2-Turkuaz (early), 3-Sanbro (early), 4-Sanay MR (early), 5-Armada CL (mid-late), 6-Bosfora (mid-early), 7-Tarsan 1018 (early), 8-LG 5580 (mid-late), 9-Sirena (mid-late), 10-Transol (early), 11-LG5482 (early), 12-Coral (early), 13-Tunca (mid-early)) were used as the plant material of the study.

Experimentation

Soil tillage was practiced over the experimental fields before the experiments. Each four m long plot was divided into four rows consisting of following field spacings: 70 cm between and 30 cm within rows. Sunflower seeds were sown by hand in the 4th week of May as 4 seeds in a hole. 90 kg ha⁻¹ N and 70 kg ha⁻¹ P₂O₅ fertilizers were applied before sowing. When plants reached a height of 10-12 cm, they were singled out in a way that each hole had one plant. Hoeing was conducted by taking weed density into consideration. Plants were irrigated by five times using furrow irrigation method. Sunflower heads were tied with punched plastic bags allowing air ventilation against bird damage during grain filling stage. When

sunflowers were at harvest maturity, plants in rows at each plot's sides and plants within 50 cm at top and bottom of each plot were reaped as border effect and the remaining plants in 4.2 m² area were harvested. Heads were dried out for 3 or 4 days in a shade place after the harvest and they were blended separately.

Data collection

In a period when the seeds ripened, the heads of the middle rows were manually harvested. Harvested plants were stacked in bundles, thoroughly and threshed. Counting and measurements were performed on 15 plants randomly selected from the second and third rows of each plot. Plant height, 1000-seed weight, seed yield, oil and protein ratio, saturated-unsaturated fatty acid components were investigated. Protein ratio (%) was determined with Kjeldahl method (AOAC, 2000). Oil content (%) was measured with the use of a Soxhlet apparatus including n-hexane (60 °C) as an organic solvent. Seed fatty acid composition was determined with the use of gas chromatography (GC-MS qp 2010) (Slover and Lanza, 1979). Ion source temp: 200 °C, Interface temp: 250 °C and Colon: Rtx[®]-Wax 30 meter.

Statistics analysis

Experimental data were subjected to analysis of variance with JMP 13.1 statistical software in accordance with randomized blocks design with 3 replications. Significant means were compared with the use of LSD multiple comparison test at 5% significance level.

Results and Discussion

Variance analysis revealed that differences in protein ratios of the genotypes were found to be significant at $p < 0.05$ level and the differences in the other parameters were found to be significant at $p < 0.001$ level (Table 1).

Table 1. Plant height, head diameter, 1000 Seed weight, Seed yield and protein ration of sunflower genotypes in the experimental

Genotypes	Plant height (cm)	Head diameter (cm)	1000 Seed-weight (g)	Seed yield (kg ha ⁻¹)	Protein ratio (%)
Nantio	179.0	19.6	51.4	3043.2	18.2
Turkuaz	169.4	18.0	54.3	2946.5	18.9
Sanbro	159.2	18.4	61.4	3052.3	19.3
Sanay MR	166.4	20.0	52.0	2995.6	19.3
Armada CL	160.2	18.8	48.1	2920.3	19.0
Bosfora	137.5	21.8	70.5	3286.8	17.7
Tarsan 1018	146.4	18.1	58.4	3131.1	17.1
Lg 5580	158.3	23.3	73.7	3813.0	17.9
Sirena	157.9	21.3	69.1	3356.3	18.2
Transol	163.7	18	49.8	2434.2	17.6
LG 5485	159.9	18.2	65.3	2705.3	20.0
Coral	163.63	19	71.3	3210.6	19.1
Tunca	158.2	21.6	72.5	3658.6	18.7
Variance analysis					
F value	10.81**	5.35**	12.17**	8.82**	2.13
LSD	7.94	1.4	6.52	357.4	1.57
CV	2.95	4.22	6.32	6.82	5.04

* Significance difference at $p \leq 0.05$. ** Significance difference at $p \leq 0.01$, LSD:Least significant differences, CV: Coefficient of variation

As the average of genotypes, plant heights varied between 137.5 – 179.0 cm with the greatest value was obtained from Nantio genotype and the lowest value from Bosfora genotype (Table 1). Plant height is a significant indicator of plant growth and development and generally vary based on plant genetics, cultural practices and ecological conditions (climate and soil). Sowing dates may have significant effects on plant height of sunflower since plants benefit more from soil moisture and nutrients and get greater plant heights in early sowings. Sowing dates also largely influence plant vegetative and generative stages (Akther et al., 2013). Tan (2014) reported that sowing date, plant density and environmental factors played a significant role in plant height of long, medium, short and dwarf sunflower plants. Oral and Kara (1989) attributed differences in plant heights to genetic structure of the cultivars, Vega

and Hall (2002) indicated that there might be differences in above-ground parts of the plants in early and late sowings. Differences in plant heights may also be resulted from different response of cultivars to cultural practices (Yılmaz and Kınay, 2015; Deviren and Eryiğit, 2017).

There were significant differences in head diameters of the sunflower genotypes ($p < 0.01$), thus different head diameter groups were formed (Table 1). The greatest head diameter was obtained from LG-5580 genotype (23.3 cm) and the lowest head diameters were obtained from Transol (18.0 cm), Turkuaz (18.0 cm), Tarsan 1018 (18.1 cm) and LG-5485 (18.2 cm) genotypes. Head diameter directly influences seed yield. Head diameter of sunflower may vary based on several factors including cultivars, ecological factors, soil conditions, growing techniques, cultural practices, and plant genetics. Besides, head size is also largely

influenced by temperature, soil moisture and fertility and sowing dates. It was also reported that differences in head diameter of different sunflower genotypes might be resulted from different genetic potential of the cultivars (Khan 1989). Previous researchers reported head diameters of different sunflower genotypes as between 15.5 – 22.9 cm and indicated that head diameters varied with the sowing dates and late sowings yielded smaller head diameters (Gürbüz et al., 2003). Kaya et al., (2005) indicated that increasing seed yields were obtained with increasing head diameters over 16 cm. Several researchers indicated that head diameters had positive effects on seed yield, thousand seed weight and oil yields (Albayrak, 2014; Ashraf, 2017; Sefaoğlu and Kaya, 2018).

The differences in 1000-seed weights of the sunflower genotypes were found to be significant at $p < 0.01$ level. 1000 seed weights varied between 48.1 (Armada CI) - 73.7 g (LG-5580). Thousand seed weight may vary based on the genotypes and growing conditions. Öztürk and Kızılgeçi (2018) reported that late sowings yielded greater 1000-seed weights than the early sowings and late sowings significantly increased 1000-seed weights because of low temperatures at seed-fill stage. Previous researchers reported 1000-seed weights of different sunflower genotypes as between 38-83 g (Çil et al., 2011; Evci et al., 2011; Sefaoğlu et al., 2009; Yıldız et al., 2009; Kara et al., 2013 and Albayrak, 2014). Present findings on 1000-seed weights comply with those earlier ones. Mrdja et al. (2012) showed that sunflower production in terms of the 1000 seed weight differences between regions was 8.69%, and they stated that all the interactions of regional production areas are essential.

Seed yield is the most significant parameter in sunflower farming. As the average of the genotypes, seed yields varied between 2434.2-3813.0 kg ha⁻¹ with the greatest value from LG-5580 (3813 kg ha⁻¹) and Tunca (3658.6 kg ha⁻¹) genotypes while the lowest values from Transol (2434.2 kg ha⁻¹) and LG-5485 (2705.3 kg ha⁻¹) genotypes. Head diameter and 1000 seed weight

are factors that directly affect seed yield. The LG-5580 genotype, which creates a high value in terms of seed yield, was also at the top of the table diameter and 1000 seed weight. There are several factors influencing yield in sunflower farming including plant genetics, ecological conditions, morphological, physiological, and agronomic factors. Cultivar used in sunflower farming is the most important factor influencing seed yield (Andrei et al., 1992). Differences in seed yields of the cultivars are mostly attributed to yield potential of the genotypes and growing conditions (Sefaoğlu et al., 2009). Sowing date designate flowering time and has a great impact on dry matter accumulation and seed yield (Sofield, 1977). Therefore, optimum sowing dates should be determined to improve seed yields and stability in sunflower farming (Çoşge and Ulukan, 2005). In addition, cultivar characteristics, cultivarxsowing date interactions should also be known for high yield in sunflower farming. Previous researchers reported significant decreased in seed yields with increasing shifts from normal sowing dates. Alkan (1973) reported about 25 – 35% increases in seed yields with early sowings. Such differences in seed yields were mostly attributed to cultivars, temperatures at different growth stages and environmental factors. The determination of the sunflower genotypes suitable for the region will provide the opportunity to obtain high-yield and high quality products because the soil, environment and climatic factors of the region in which they are grown are very useful in determining seed yield and oil content (Gul and Coban, 2020).

Differences in protein ratios of the genotypes were found to be significant at $p < 0.05$ level (Table 1). Protein ratios of the genotypes varied between 17.1 – 20.0% with the greatest value from LG-5485 genotype and the lowest value from Tarsan 1018 genotype. Protein ratios generally vary with the genetic structure of the genotypes. Öztürk and Kızılgeçi (2018) indicated that sowing date also significantly influenced protein ratio and decreasing protein ratios were reported with delayed sowings. Present findings on protein ratios

comply with the results of Ergen and Sağlam (2005).

There were significant differences in oil ratios of the genotypes in Table 2. Oil ratios varied between 36.3-44.6% with the greatest value from Armada CL genotype (44.6%). Chemical composition of sunflower seeds may vary based on various factors including growing conditions, temperature, fertilization, irrigation and cultivar characteristics. Alem et al. (2016) found that the oil content of sunflower genotypes grown in different locations were between 28.18-33.50%. High temperatures at seed formation stage generally reduce oil ratios (Gürbüz et al., 2003). Low temperatures at seed formation period and late sowings were also reported to reduce oil ratio of sunflower seeds (Bange et al., 1997; Patanè et al., 2017). Environmental factors, especially temperatures at

seed development and ripening stages influence oil ratio of sunflower seeds (Seiler, 1983). However, temperature has varying effects on oil ratio. Harris et al., (1978) reported decreasing oil ratios with increasing temperatures. Öztürk et al. (2017) and Çalışkan et al. (2002) reported that early sowings had greater oil ratios than late sowings. It was also reported in the other relevant studies that oil ratios varied largely based on cultivars and growing conditions (Stanojevic et al., 1998; Özer et al., 2003; Coşge and Ulukan, 2005). Present differences in oil ratios were mostly attributed to differences in cultivars and different ripening groups of the cultivars. Cvejić et al. (2015) reported that there are significant differences between genotypes grown in different locations in terms of oil content and oil yield depending on climatic and environmental factors.

Table 2. Oil ratio and fatty acid contents of sunflower genotypes in the experimental

Genotypes	Oil ratio (%)	Oleic acid ratio (%)	Linoleic acid ratio (%)	Stearic acid ratio (%)	Palmitic acid ratio (%)
Nantio	40.6	29.9	53.1	5.9	7.9
Turkuaz	36.3	32.0	53.1	4.5	7.4
Sanbro	42.5	33.6	51.8	4.4	6.8
Sanay MR	42.7	34.4	51.4	4.2	6.8
Armada CL	44.6	37.2	49.9	3.9	5.7
Bosfora	41.8	37.8	50.7	3.5	5.0
Tarsan 1018	44.0	34.2	51.5	4.3	6.6
Lg 5580	41.4	30.2	55.3	4.9	6.9
Sirena	42.4	36.8	51.6	3.8	5.7
Transol	43.2	35.4	51.5	4.3	6.0
LG 5485	37.8	35.1	51.3	4.3	6.1
Coral	40.3	32.5	53.4	4.3	7.0
Tunca	41.3	31.7	55.7	4.0	6.3
Variance analysis					
F value	4.99**	12.05**	4.23**	5.91**	10.64**
LSD	3.48	2.15	2.28	0.70	0.69
CV	5.00	3.78	2.60	9.5	6.33

* Significance difference at $p \leq 0.05$. ** Significance difference at $p \leq 0.01$, LSD: Least significant differences, CV: Coefficient of variation

Quality

There were significant differences in oleic acid and linoleic acid contents of the genotypes (Figure 2). Oleic acid contents varied between 29.9 - 37.8% with the lowest values from Nantio (29.9%) genotypes and the greatest value from Bosfora genotype (Table 2). Oil yield and chemical composition, in other words, fatty acid composition, may vary based on triglycerols and

bioactive compounds of oil seeds may vary based on cultivars, location and post-harvest technologies (White, 2007). These three factors significantly influence oil characteristics. Besides, oil yield and chemical composition also influenced by unforeseen factors including especially environmental (abiotic and biotic) factors. Abiotic factors include growth season-dependent parameters (humidity, temperature, light

intensity, moisture content, CO₂ levels and agronomic factors like soil mineral contents)

(Schulze et al., 2005). These factors allow optimum plant growth and development.

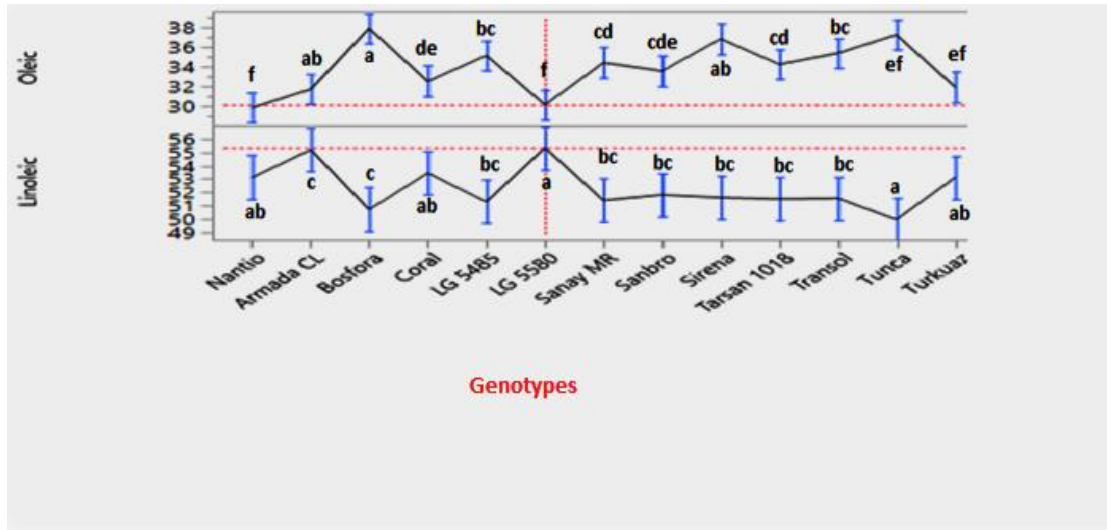


Figure 2. Average oleic acid and linoleic acid content of some genotypes in the examined

Filipescu and Stoenescu (1978) indicated that oleic acid contents of different sunflower seeds may depend on temperatures from flowering to physiological maturity. The other researchers pointed out the effects on solar radiation and day lengths on oleic acid contents and reported increasing oleic acid contents with increasing temperatures in seed formation period (Samanci and Özkaynak, 2003). Increasing temperatures reduce the activity of enzymes catalyzing acid synthesis (Broun and Somerville, 1997). A unit increase in temperatures (1 °C) in seed formation period resulted in about 0.2% increase in oleic acid content (Demurin et al., 2000). Increased oleic acid contents were also reported at high temperatures (Roche et al., 2004). Ambient temperature and soil moisture positively influence seed oil contents (Yücel et al., 1977); but oil yields (Ashley et al., 2001; Leto, 1998) and quality (especially oleic and linoleic acid contents) (Blamey et al., 1997) decrease at late sowings. Differences in above-ground parts of the plants in early and late sowings indicate the effects of sowing date on yields (Vega and Hall, 2002).

The greatest linoleic acid contents were obtained from Tunca (55.7%) and LG5580 (55.3%) genotypes and the lowest linoleic acid contents were obtained from Armada CL (49.9%) and Bosfora (50.7%) genotypes (Table 2). Fatty acid

compositions are largely influenced by genetic characteristics of the genotypes, environmental factors, sowing and harvest dates. Latitudes of the growing site also influence fatty acids (Robertsan et al., 1978). Increasing temperatures influence desaturase enzyme activity converting oleic acid into linoleic acid, thus increase linoleic acid content (Harris et al., 1978). It was observed in present study that low temperatures at the end of flowering and in seed formation periods or short photoperiods reduced linoleic acid contents. Popa et al. (2017) reported linoleic acid contents at late sowing as between 59.02 - 64.11% and indicated that linoleic acid contents increased with delayed sowing dates. Contrarily, Flagelle et al. (2002) reported increased linoleic acid contents at early sowings. It was reported that linoleic acid accumulation was observed at low temperatures and oleic acid at high temperatures (Tremolieres and Jacques, 1984).

There were significant differences in stearic acid and palmitic acid contents of the genotypes (Figure 3). Stearic acid contents varied between 3.5-5.9% with the greatest value from Nantio genotype and the lowest value from Bosfora genotype. Of the other important fatty acid components, stearic and palmitic acid contents are largely influenced by locations, genotypes, plant genetics and abiotic factors. Increasing stearic contents at hot regions

indicate that temperature was a significant factor controlling stearic acid biosynthesis. Khalil, (2000) reported significant differences in stearic acid content of sunflower genotypes and indicated that low temperatures at plant growth stages increased stearic acid contents. Ahmad and Hassan (2000) indicated that low temperatures and a smaller

number of degree-days supported stearic acid accumulation. Popa et al. (2017) reported that sowing date and weather conditions did not influence stearic contents of the cultivars. It was reported in another study that the greatest stearic acid content was obtained from early sowing dates (Ferfuia and Vannozi, 2015).

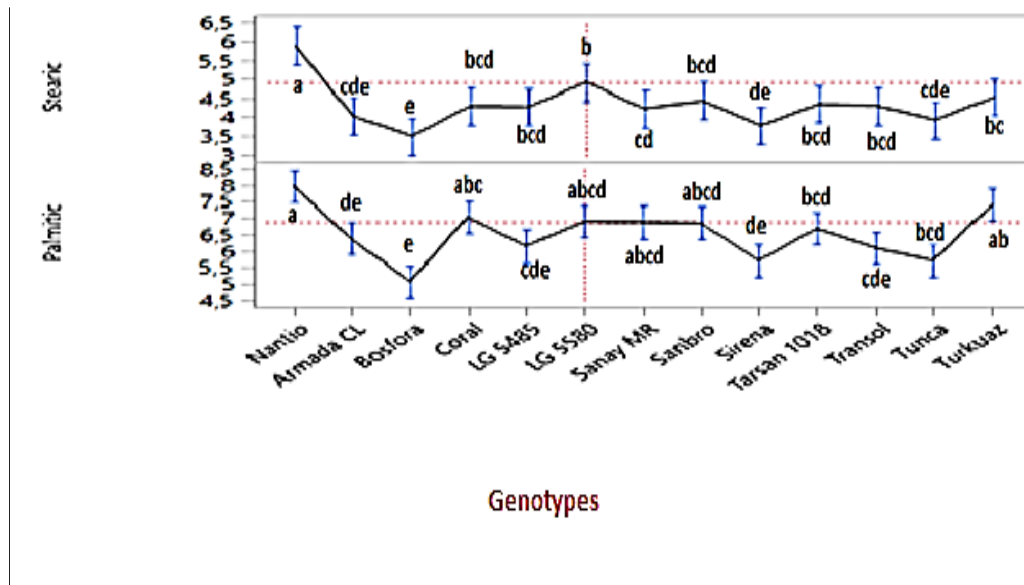


Figure 3. Average stearic acid and palmitic acid content of some genotypes in the examined

The greatest palmitic acid content (7.9%) was obtained from Nantio genotype and the lowest (5.0%) from Bosfora genotype. Oil crops do not have constant fatty acid components and fatty acid composition is influenced by cultivar characteristics, environmental factors and temperature. Low or high palmitic acid contents may be influenced by temperatures at seed formation period. High temperature in this period was reported to increase palmitic acid contents (Ferfuia and Vannozi, 2015). Correlations between investigated parameters are provided in Table 3. Head diameter had significant and positive correlations with 1000-seed weight and seed yield.

Oleic acid rate had significant and positive correlation with plant height and head diameter. Plant height had significant and negative correlations with head diameter, seed yield and 1000-seed weight. There were significant and negative correlations between oil ratio and protein ratio. There were negative correlations also between oleic acid and linoleic acid and between stearic acid and oleic acid ratios. Doğan, (2010) reported that head diameter had positive correlations with 1000-seed weight and seed yield. It was reported in another study that plant height had negative correlations with oil rate and head diameter (Tozlu et al., 2008).

Table 3. Correlation among yield parameters and fatty acid compositions (%) in different sunflower genotypes

	PH	HD	1000 SW	SY	OR	PR	18:1	18:2	18:0	16:0
PH	.									
HD	-0,262*	.								
1000 SW	-0,253*	0,210**	.							
SY	-0,110*	0,459**	0,477**	.						
OR	-0,250	0,175	-0,386	0,125	.					
PR	0,130	-0,083	-0,007	0,112	-0,298*	.				
Oleic	0,001**	0,118*	-0,037*	0,149	-0,198	-0,185	.			
Linoleic	0,013	0,131	-0,035	0,129	-0,131	-0,143	-0,952**	.		
Stearic	0,045	0,193	-0,066	0,038	-0,101	-0,245	-0,724**	-0,696	.	
Palmitic	0,267	-0,203	-0,071	0,318	-0,206	-0,085	-0,720**	-0,633*	-0,230**	.

PH: Plant height, HD: Head diameter, 1000 SW: Seed weight, SY: Seed yield, OR: Oil rate, PR: Protein rate, 18:1: Oleic acid, 18:2: Linoleic acid, 18:0: Stearic acid, 16:0: Palmitic acid

* Significance difference at $p \leq 0.05$. ** Significance difference at $p \leq 0.01$,

Conclusion

Seed yield and fatty acid composition are the most significant parameters in sunflower farming. In this study, the greatest seed yield, 1000-seed weight, head diameter and linoleic acid content were obtained from LG-5580 genotype. It was therefore concluded that the genotype LG-5580 could be reliably used in sunflower farming under ecological conditions in the Diyarbakır province of Turkey.

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

Author Contribution: FÖ conducted, analyzed and wrote that manuscript

References

- Ahmad, S., & Hassan, F.U. (2000). Oil yield and fatty acid composition of spring sunflower. *Pak J. Biol. Sci.*, 3(12):2063-2064.
- Akther, S., Ahmed, F., Houssen, M.A., Ahmed, B., & Houssain, M.A. (2013). Effect of sowing date on phenology, growth and yield of lentil genotypes. *J. Expt Biosc.* 4(1):99-104.
- Albayrak, Ş.N. (2014). Effects of sowing dates and different forms of nitrogen fertilizer on yield and yield components of oilseed sunflower. *Ataturk University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Field Crops*. MscThesis
- Alem, C., A. Worku, M. Mekonnen, T. Asres, D. Fentie, E. Mihiretu and J. Esmael. (2016). GGE stability analysis of seed yield in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.) in western Amhara Region, Ethiopia. *International J. Pl. Breed. and Genet.* 10: 104-109. DOI: 10.3923/ijpb.2016.104.109
- Alkan, B. (1973). Sunflower cultivation and fertilization. Soil and Fertilizer Research Institute Directorate, Publication Number: 15, 4-5,
- Andrei, E., Ivancia, V., Barnaveta, E., ve Tarnauceanu, D. (1992). Aspects and directions on seed production of sunflower in Iasi County. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 25 (1): 248-252.
- AOAC. (2000). Association of Official Agricultural Chemists, Official and Tentative Methods of Analysis. 2nd Ed. Washington, D.C., USA
- Ashley R.O., Eriksmoen E.D., & Whitney M.B. (2001). Sunflower date of planting study in Western North Dakota. In *2001 Annual Report, Dickinson Research Extension Centres*, Dickinson, ND, 187-198
- Ashraf, A. (2017). Effects of nitrogen doses on yield and yield components of oilseed sunflowers (*Helianthus annuus* L.) having different growing stages. *Ataturk University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Field Crops*. Phd Thesis
- Bange M.P., Hammer G.L., & Rickert K.G. (1997). Environmental control of potential yield of sunflower in subtropics. *Aust. J. Agric. Res.* 48:231-240
- Baydar, H., & Turgut, İ. (1999). The change of fatty acid composition according to some morphological and physiological characteristics and ecological regions in oilseed plants. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 23(1), 81-86.
- Blamey F.P.C., Zollinger R.K., & Schneiter A.A. (1997). Sunflower production and culture, agronomy monographs. *Sunflower technology and production*. Chapter 12.
- Broun, P., & Somerville, C. (1997). Accumulation of ricinoleic, lesquerolic and densipolic acid in seeds to transgenic arabidopsis plants that Express a fatty acyl hydroxylase DNA from castor bean. *Plant Physiology* 113: 933-942.
- Cvejić, S., S. Jocić, I. Radeka, M. Jocković, V. Miklič, V. Mladenov & V. Lončarević. (2015). Evaluation of stability in new early-maturing sunflower hybrids. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*. 19(5): 255-258.
- Çalışkan ME, Günel E, Çağar A, & Mert M. (2002). Effect of sowing dates on phenological development, yield and oil content of sunflower in a Mediterranean type environment. *Indian Journal of Agronomy*. 47(3): 427-432

- Çetin, Ö.E., & Başalma, D. (2005). The effects of foliar fertilizer applied to sunflower (*Helianthus annuus* L.) on yield and yield components at different developmental stages. *Turkey VI. Field Crops Congress*, 5-9 September 2005, Antalya
- Chaampolivier, L., & Merrien, A. (1996). Evolution de lateneur en huile et de sa composition en acides gras chez deux varietes de tournesol (oleique ou non) sous l'effet de temperatures differentes pendant la maturation des grines, *OCL*, III,2, 140- 144.
- Çil, A.N., Çil, A., Evcı, G., & Kaya, Y. (2011). Sunflower breeding and adaptation studies in Cukurova region. *International Symposium on Sunflower Genetic Resources*, October 16 – 20, 2011, S,53, Kuşadası, İzmir, Turkey.
- Coşge, B., & Ulukan, H. (2005). Variety and planting time in our sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivation. *Süleyman Demirel University Journal of the Institute of Science*, 2005, 9(3).
- Demurin, Y., Skoric D, Veresbaranji., & Jovic, S. (2000). Inheritance of increased Oleic Acid Content in Sunflower Seed Oil. *Helia*, 23, 87.
- Deviren, R., & Eryiğit, T. (2017). The Determination of Yield Performance of Some Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Cultivars Under Iğdır Plain Irrigable Condition. *KSU J. Nat. Sci.*, 20 (special), 166-171, 2017
- Doğan, M. (2010). A research about defining technologic and agricultural properties of sun seed species under non irrigable conditions. *Çukurova university institute of natural and applied sciences department of field crops*. (Msc.Thesis). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ergen, Y., & Sağlam, C. (2005). Yield and yield characters of different confectionery sunflower varieties in conditions of Tekirdag. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 2005, 2(3): 221- 227.
- Evcı, G., Pekcan, V., Yılmaz, İ.M., Kaya, Y., Şahin, İ., Çıtak, N., Tuna, N., Ay, O., & Pılaslı, A. (2011). Determination of the relationship between oil quality and yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Turkey IX Field Crops Congress*, S,279, Bursa.
- FAO, (2018). The Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Data access: 07.05.2020]
- Ferfuaia, C., & Vannozzi, G.P. (2015). Maternal effects on seed fatty acid composition in a reciprocal cross of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica* 205:325-336
DOI: 10.1007/s10681-015-1378-3
- Filipescue, H., & Stoenescu, F.M. (1978). Variability of linoleic acid content in sunflower oil, depending on genotype and environment. *Helia*. 1978:42-7.
- Flagella Z, Rotunno T, Tarantino E, Caterina R Di, & caro A.De, (2002). Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic Sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *European Journal of Agronomy*, Volume 17, Issue 3, Pages 221-230
- Gallina, Tosci T., De Panfilis, F., & Lercker, G. (1997). Valutazione della qualita di oli di semi spremuti a freddo presenti sul mercato. *Ind. Alim*, XXXVI, 983-989.
- Gielen, H., (1992). Oil for oleochemical industry. *Procee in 13th International Sunflower Conference*, Pisa, Italy. 7-11 September, Vol. II, 1533-1543.
- Gul, V. & Çoban, F. (2020). Determination of yield and quality parameters of oil sunflower genotypes grown in Turkey. *Turk J. Field Crops*, 25(1), 9-17. <https://doi.org/10.17557/tjfc.609749>
- Gürbüz, B., Kaya, M.D., & Demirtola, A. (2003). Sunflower Farming. Hasat Publishing Ltd. Sti. ISBN- 975-8377-23-X.
- Harris, H.C, McWilliam, J.R., & Mason, W.K. (1978). Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. *Austr J Exp Agric Anim Husb* 29: 1203–1212.
- Harris, H.C., McWilliam, J.R., & Bofinger, V.J. (1980). Prediction of oil quality of sunflower from temperature probabilities in Eastern AUSTRALIA. *Aust. J. agric. Res*, 31, 477-488.
- Kamal-Eldin, A., & Andersson, R. (1997). A multivariate study of the correlation between tocopherol content and fatty acid composition in vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 74,4, 375-380.
- Kara, K., Öztürk, E., & Polat, T. (2013). A research on the cultivation of oilseed sunflower varieties with different growing periods in dry and juicy conditions for winter (ice cream) and summer. *Turkey 10. Field Crops Congress*, 10-13 September 78-85, Konya.
- Kaya, Y., Evcı, G., Pekcan, V., Gücer, T., Durak, S., & Üstün, A. (2005). Yield relationships in oil sunflower. *6. Field Crops Congress of Turkey* (2), 619-622, Antalya
- Khalil, L.A. (2000). Seed yield and fatty acid profile of sunflower hybrids. *Sarhad J Agric*. 2000;16:601-4.
- Khan, M.I. (1989). Correlation study in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J Agric Res*. 1989;27:275-9.
- Kolsarıcı, Ö., Bayraktar, N., İşler, N., Mert, M., & Arslan, B. (1995). Production projections and production targets of oilseed plants. *IV. Technical Agriculture Congress Proceedings Book*, Vol. I. Ankara, 467- 483.
- Kolsarıcı, Ö., Geçit, H.H., & Elçi, Ş. (1987). Field Crop. Ankara Univ. *Faculty of Agriculture. Publication No:* 1008, 103-118
- Leto, C. (1998). Sunflowers in south central Italy. *Informatore Agrario*, 54: 47-56
- Mrdja, J., J. Crnobarac, V. Radić & V. Miklič. 2012. Sunflower seed quality and yield in relation to environmental conditions of production region. *Helia*. 35(57): 123-134.
- Oral, E., & Kara, K. (1989). A research on some sunflower varieties in Erzurum ecological conditions. *Doğa Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 13 (2): 343-355.
- Özer, H., Öztürk, E., & Polat, T. (2003). Determination of the agronomic performances of some oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids grown under Erzurum ecological conditions. *Turk J Agric For*, 27 (2003) 199-205.
- Öztürk, E., Polat, T., & Sezek, M. (2017). The effect of sowing and nitrogen fertilizer form on growth, yield and yield components in sunflower. *Turk J. Field Crops*. 22 (1), 143-151.
DOI: 10.17557/tjfc.312373
- Öztürk, F. & Kızılgöçü, F. (2018). Effects of different sowing dates on the yield and yield components of some

- sunflower (*Helianthus Annuus* L.) genotypes. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering* Vol: 5, No: 3, 2018 (749-755)
DOI: 10.31202/ecjse.418282
- Patanè, C, Cosentino, C.L., & Anastasia, U. (2017). Sowing time and irrigation scheduling effects on seed yield and fatty acids profile of sunflower in semi-arid climate. *International Journal of Plant Production* 11 (1), 17-32
- Popa, M., Anton, G.F., Rîşnoveanu, L., Petcu, E., & Babeanu, N. (2017). The effect of planting date and climatic condition on oil content and fatty acid composition in some Romanian sunflower hybrids. *AgroLife Scientific Journal*-Volume 6, Number 1.
- Robertson, J. A., Chapman, G., & J. R. Wilson. (1978). Relation of day after flowering to chemical composition and yield in Florida. *Journal of the American Oil Chem- ists Society*, 58: 698-701
- Roche, J., Essahat, A., Bouniols, M., El-Asri Z., Mouloungui, M., & Mondies, A.M. (2004). Diversified Composition of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Eco-Physiology*. 3. 59-71
- Samancı, B., & Özkaynak, E. (2003). Effect of planting date on seed yield, oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. *J. Agronomy & Crop Science*, (189): 359-360.
- Sefaoğlu, F., & Kaya C. (2018). Determination of adaptation capabilities of some oil sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes in Erzurum ecological conditions. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*. 2018, 33(1): 37-41
DOI: 10.30910/turkjans.448311
- Sefaoğlu, F., Özer, H., Öztürk, E., & Polat, T. (2009). Adaptation of some oilseed sunflower varieties in Erzurum ecological conditions and determination of their important agricultural characteristics. *Turkey VIII, Field Crop Congress*, 19-22 October
- Seiler, G.J. (1983). Effect of genotype, flowering date and environment on oil content and oil quality of wild sunflower seed. *Crop Science*, 1063-1068.
- Sofield, L.T., Evans, M.G. Cook & Wardlaw, I.F. (1977). Factors Influencing the Rate and Duration of Grain Filling in Wheat. *Australian Journal of Plant Physiology* 4(5) 785 – 797
- Schulze, E.D., Beck, E., & Müller-Hohenstein, K. (2005). Plant Ecology. *Springer Verlag, Berlin*, pp. 7–9.
- Slover, H.T. & Lanza, E. (1979) Quantitative analysis of food fatty acids by capillary gas chromatography. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56, 933- 943.
- Stanojevic, D., Petrovic, R., Dijanovic, D., & Stankovic, V. (1998). Variability of oil and protein contents in sunflower seed as affected by the hybrid and location, *2 Balkan Symposium on Field Crops. Vol. 1, Genetics and Breeding*, pp 379-381, Novi-sad, Yugoslavia,
- Tan, A.Ş. (2014). Yield Potential of Some Oilseed Sunflower Hybrid Cultivars in Menemen Ecological Conditions. *Journal of Aegean Agricultural Research Institute* 24 (1), 1-24.
- Tozlu, E., Dizikisa, T., Kumlay, A.M., Okçu, M., Pehluvan, M., & Kaya, C. (2008). Determination of agronomic performances of some oil seed sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids grown under Erzurum ecological-conditions. *Journal of Agricultural Sciences*. 14(4), 359-364.
- Tremolieres, A. & R. Jacques. (1984). Effect of light and temperature on fatty acid composition of rape and sunflower seeds. *Comptes-rendus-des-Seances-de-1, Academie-d, Agric.de-France.*, 70: 510-516.
- Vega, A.J. & Hall, A.J. (2002). Effects of Planting Date, Genotype and Their Interactions on Sunflower Yield: I. Determinants of Oil- Corrected Grain Yield. *Crop Sci.*, 42: 1191-1201
- Wagner, K., Tomasch, R.H., & Elmadfa, I. (2001). Impact of diets containing corn oil or olive / sunflower oil mixture on the human plasma and lipoprotein lipid metabolism. *Eur J Nutr*, 40:161-167.
- White, P.J. (2007). Fatty acids in oil seed (vegetable oils). In: Chow CK (ed.), *fatty acids in foods and their health implications, Third edition. CRC Press, Boca Raton, FL*, pp. 227–262.
- Yıldız, G., Özer, H., Polat, T., Öztürk, E., & Sefaoğlu, F. (2009). The effect of different sowing times on yield and agricultural characteristics of oily sunflower. *Turkey VIII, Field Crops Congress*, 19-22 October 2009, Hatay/Türkiye.
- Yılmaz, G., & Kınay, A. (2015). Determination of yield and yield components some sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties in Tokat-Kazova conditions. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*. 30 (3). 281-286
DOI: 10.7161/anajas.2015.30.3.281-286
- Yosmanoğlu, M. (2002). Sunflower Report. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, *Research Planning Coordination Board*. December.
- Yücel, E., Yazıcı Y., Öz Saraç M., Ünal E., Yücer M., Eğinmez Ö., Çuhadar İ., & Şanlı Ö. (1977). Sunflower project handbook. *Ministry of Agriculture and Rural Affairs*, publish no: 170, 14-35.



Şanlıurfa koşullarında ekinezyanın (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) verim ve bazı bitkisel özelliklerinin belirlenmesi

Determination of yield and some plant properties of Echinacea purpurea (L.) Moench under the Şanlıurfa conditions

Mine SATICI¹ , Abdulhabip ÖZEL^{2*} 

¹ Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 63040, Şanlıurfa

² Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 63040, Şanlıurfa

To cite this article:

Satıcı, M. & Özel, A. (2021). Şanlıurfa koşullarında ekinezyanın (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) verim ve bazı bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 41-52.
DOI:10.29050/harranziraat.758313

Address for Correspondence:
Abdulhabip ÖZEL
e-mail:
hozel@harran.edu.tr

Received Date:

26.06.2020

Accepted Date:

17.11.2020

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



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

ÖZ

Araştırma, Ekinezyanın (*E. purpurea* (L.) Moench) verim ve bazı tarımsal özelliklerini belirlemek amacıyla, Şanlıurfa koşullarında yürütülmüştür. Gözlemler 2017 yılında dikilen bitkilerde, 2018 yaz süresince tesadüfen seçilen, 50 bitkide alınmıştır. Sezon boyunca, bitkilere göre 1-4 biçim alınmış ve biçimlere göre bitki boyu (5.00-70.00 cm), sap sayısı (1.00-5.00 adet ocak⁻¹), yan dal sayısı (0.00-16.00 adet bitki⁻¹), çiçek sayısı (1.00-17.00 adet bitki⁻¹), taze herba verimi (1.00-270.70 g bitki⁻¹), kuru herba verimi (0.078-69.76 g bitki⁻¹), kuru yaprak verimi (0.005-22.54 g bitki⁻¹), taze çiçek verimi (1.00-76.58 g bitki⁻¹), kuru çiçek verimi (0.014-17.79 g bitki⁻¹), taze kök verimi (4.78-94.85 g bitki⁻¹) ve kuru kök verimi (1.35-35.73 g bitki⁻¹) gözlemleri alınmıştır. Ayrıca, kuru yaprakta uçucu yağ oranı, kuru kökte uçucu yağ oranı, kuru sapta uçucu yağ oranı, kuru çiçekte uçucu yağ oranı ve kuru rozet yaprakta uçucu yağ oranı ve bitki organlarına göre uçucu yağ bileşenleri dağılımı belirlenmiştir. İncelenen özellikler yönünden bitkiler arasında büyük varyasyonlar saptanmış ve en yüksek değerler birinci biçimden elde edilmiştir. Genel olarak sıcaklık artışı geciken biçimlerde verimi düşürmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Echinacea purpurea*, Bitkisel özellikler, Uçucu yağ oranı, Uçucu yağ bileşenleri

ABSTRACT

The research was carried out to determine the yield and some agricultural characteristics of Echinacea (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) in Şanlıurfa conditions. All observations were taken on 50 plants, selected by randomized, during the summer of 2018 in plants planted in 2017. Throughout the season, 1-4 harvests were taken according to the plants. During the research, plant heights (5.00-70.00 cm), numbers of stem (1.00-5.00 number plant⁻¹), branches numbers (0.00-16.00 number stem⁻¹), flower numbers (1.00-17.00 number plant⁻¹), fresh herb yields (1.00-270.70 g plant⁻¹), dry herb yields (0.078-69.76 g plant⁻¹), dry leaf yields (0.005-22.54 g plant⁻¹), fresh flower yields (1.00-76.58 g plant⁻¹), dry flower yields (0.014-17.79 g plant⁻¹) and fresh root yields (1.35-35.73 g plant⁻¹) observations were made at each harvest. Also besides, essential oil ratio in the dry leaf, dry root, dry stem, dry flower, and dry rosette, and distribution of essential oil components by plant organs were determined. In terms of the characteristics studied, large variations were detected among the plants, and the highest values were obtained from the first harvest. Overall, it was reduced yields in delayed harvests due to an increase in temperature.

Key Words: *Echinacea purpurea*, Plant characteristics, Volatile oil rate, components of essential oil

Giriş

Ekinezya, Kuzey Amerika kökenli, Asteraceae familyasından çok yıllık otsu bitkidir (Mat, 2002). Amerika ve Kanada da bulunan Ekinezya türleri Kuzey Amerika'nın endemik bitkilerinden biri olarak tanınmaktadır. Ülkemizde bu bitki ekinezya, erguvani kirpibaşı, kirpi otu, ince yapraklı eflatun koza çiçeği, samson kökü olarak adlandırılır (Küçükali, 2012)

Ekinezya çok yönlü bir kullanım alanına sahiptir. Ekinezyanın sığır ve atların yemlerine ilave katkı olarak verildiğinde, iştah acı ve büyümeye etkili olduğu bildirilmiştir (Kindscher, 1989). Amerika Birleşik Devletleri'nde genellikle diyet için kullanılan ekinezya bitkisi; Almanya'da ise, çoğu Ekinezya ürünü ilaç olarak lisanslanmış ve eczanelerde satılır durumdadır (Mat, 2002). Ekinezya bitkisinden elde edilen ilaçlar; enfeksiyonları gidermede ve bağışıklık sistemini güçlendirmek için kullanılmaktadır. Ekinezya türleri, Amerika yerlileri tarafından yaraların tedavisinde, baş ağrılarında ve mide ağrılarında bağlı hastalıklarda ve bronşit gibi kronik hastalıklarda kullanılmıştır. Farmakolojik etkileri tam olarak ispatlanmamış olmakla birlikte yapılan çalışmalar bağışıklık sisteminin uyarıcı olarak bilinmektedir (Omidbaigi, 2002). Ekinezya bitkisinin kökünden hazırlanan preparatlar, üst solunum yolu ve idrar yolu enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılır. Bugün, ekinezya türlerinden elde edilen preparatlar, özellikle Avrupa ülkeleri ve ABD başta olmak üzere, dünya bitkisel ilaç pazarında önemli bir yere sahiptir (Mat, 2002). En yaygın kullanım alanları bitkisel çaydır, ayrıca antioksidan etkilere sahiptir (Gülpınar, 2009). Bu nedenlerle *Echinacea* üretimi, tarımsal alanlarda, yaygınlaşmaktadır.

Echinacea'nın tedavide etkisi olan, kafeik asit ve türevleri (kikorik asit, ekinakosit ve klorogenik asit gibi), lipofilik asit ve türevleri (izobutilamit oluşturan alkalamitler) ve uçucu yağlarıdır. Kafeik asit ve türevlerinin genel olarak, antibakteriyel ve antiviral etkiye sahip olduğunu bildirilmektedir (Bauer, 1998; Adam, 2002; Omidbaigi, 2002). Kuzey Amerika'ya özgü çok yıllık bir bitki olan ekinezya günümüzde pek çok ülke tarafından yetiştirilmekte ticareti yapılmaktadır (Parmenter

ve ark., 1992; Bruneton, 1999; Schar, 1999). Ülkemiz için yeni bir bitki olan ekinezyanın adaptasyonu ve yetiştirilme tekniğinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar, bazı bölgelerde, yapılmış (Çoksarı, 2012; Küçükali, 2012; Şahan, 2012; Yeşil ve Kan, 2013; Özcan, 2014; Çelik, 2016; Ulutaş, 2016) ancak, Şanlıurfa koşullarında hiç çalışılmamıştır.

Yapılan bazı çalışmalarda ekinezyanın ekolojik koşullara, genotipe (Mat, 2002; Yeşil ve Kan, 2013) ve yetiştirme tekniğine (Parmenter ve Littlejohn, 1997; Muntean ve ark., 1998; Dufault ve ark., 2003; Kreft, 2005; Chen ve ark., 2008; Çoksarı, 2012; Küçükali, 2012; Özcan, 2014; Soldamli, 2016; Ulutaş, 2016) göre verim ve kalitesinin değiştiği bildirilmiştir.

Türkiye'de üretimi sınırlı yapılan ekinezya bitkisinin, uygun bölgelerde tarımının yapılması; küçük üreticiler için yeni ve alternatif bir geçim kaynağı olması, ekinezya bitkisini işleyecek sektörlerin kurulmasına ve gelişmesine katkı sağlayacak olması ve ihracat potansiyelinin yüksekliği nedenleriyle önemli bir bitkidir. Bölgemiz koşullarında ilk defa yapılan bu çalışma ile ekinezyanın Şanlıurfa koşullarında, verim potansiyeli ve bazı bitkisel özellikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar, daha sonra yapılacak çalışmalara zemin oluşturması bakımından önemli olabilir.

Bu çalışma, Şanlıurfa koşullarında Ekinezyanın (*E. purpurea*) verim, bazı bitkisel özellikler ve uçucu yağ bileşenlerini belirlemek amacıyla, yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmalarda, *Echinacea* cinsine ait olan *Echinacea purpurea* (L.) Moench türü materyal olarak kullanılmıştır. Bitki tohumları, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir.

Araştırma, Harran Üniversitesi Osmanbey yerleşkesinde, Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırmalar ve Uygulama Alanının'da, 2018 yılında yürütülmüştür. Şanlıurfa ili, araştırma yılı ve uzun yıllar iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir

Çizelge 1. Şanlıurfa ili uzun yıllar ve deneme yılı iklim verileri ortalamaları

Table 1. Sanliurfa province long years and trial year climate data averages

Aylar Months		Sıcaklık/Temperature (°C)			Yağış miktarı Precipitation (mm)	Oransal nem Humidity (%)
		Mak.	Min.	Ortalama Average		
Ocak	2018	14.6	4.1	4.9	14.0	62.1
January	UY	21.6	10.6	5.5	88.3	70.5
Şubat	2018	22.7	-6.8	6.5	2.6	45.6
February	UY	25.5	-12.4	6.9	69.8	66.6
Mart	2018	23.9	1.5	12.7	44.0	56.8
March	UY	29.5	-7.3	10.7	62.8	60.4
Nisan	2018	32.3	3.1	16.6	85.6	50.9
April	UY	36.4	-3.2	16.1	49.3	55.4
Mayıs	2018	36.5	11.5	26.9	10.2	18.2
May	UY	40.0	2.5	22.1	25.8	44.7
Haziran	2018	42.7	16.0	32.7	0.0	26.4
June	UY	44.0	8.3	28.0	3.4	32.6
Temmuz	2018	45.0	24.3	40.2	0.0	3.7
July	UY	46.8	15.2	31.9	0.6	30.5
Ağustos	2018	46.6	24.0	36.2	0.0	28.9
August	UY	46.2	16.0	31.3	0.8	33.3
Eylül	2018	40.0	20.0	33.6	0.0	24.6
September	UY	42.0	11.2	26.8	2.9	36.0
Ekim	2018	37.0	5.6	24.5	17.1	18.1
October	UY	37.8	2.5	20.1	25.3	46.4
Kasım	2018	25.6	-3.5	11.3	29.0	43.0
November	UY	30.8	-6.0	12.8	44.5	58.8
Aralık	2018	15.1	-5.0	5.5	79.6	70.3
December	UY	26.0	-6.4	7.4	78.8	69.3
Toplam	2018				282.1	
Total	UY				452.3	

UY: Uzun yıllar/Many years

Çizelge 1’de, 2018 yılı vejetasyon döneminde saptanan iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamalarına göre, büyük farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Toplam yağış miktarının deneme yılında $282.1 \text{ kg (m}^2\text{)}^{-1}$, uzun yıllar ortalamasının ise $452.3 \text{ kg (m}^2\text{)}^{-1}$ olduğu ve toplam yağış miktarının deneme yılında çok daha az düştüğü görülmektedir (Anonim, 2019). Deneme yılında, oransal nem (%) değerinin genel olarak, uzun yıllar ortalamalarından düşük olduğu ve sıcaklık ortalamalarının, özellikle Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında, uzun yıllar değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir.

Deneme alanı toprakları pH değerinin 7.59, olduğu, kireç, potasyum ve magnezyumca zengin, fosfor oranın düşük ve organik madde ve azotca fakir olduğu belirlenmiştir.

Yöntem

Fide yetiştirilmek amacıyla ekinezya tohumları,

torfla doldurularak ekimi için hazırlanan viyollere, her göze üç adet tohumu olacak şekilde, Mart (2017) ayının ilk haftası elle ekilmiştir. Hazırlanan viyollerin üzeri naylon ile örtülerek fideler, soğuk ve dona karşı korunaklı hale getirilmiştir. Ekimden sonra gerekli bakım işlemleri (sulama, havalandırma vb.) ihtiyaca göre yapılmıştır. Ekimden bir hafta sonra viyollerde çıkışlar gözlenmiş ve daha sonra viyollerde tek bitki kalacak şekilde, tekleme yapılmıştır. Bitki isteğine bağlı olarak sulama yapılmıştır.

Dikim için önce, deneme alanı toprak hazırlığı yapılmış ve 2017 Temmuz ayının ilk haftası, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 30 cm olacak şekilde açılan ocaklara, tek parsel halinde, fideler elle dikilmiştir. Her sıraya 10 bitki gelecek şekilde, toplam 100 bitki dikimi yapılmıştır. Dikimle beraber, dekara 10 kg saf Azot ve Fosfor gelecek şekilde, 20-20-0 tabanına gübresi verilmiştir. Dikimden hemen sonra fidelere can suyu verilmiş

ve toprak nem durumuna göre sulama yapılmıştır. Gerektiğinde yabancı ot mücadelesi elle yapılarak, bitkiler yetiştirilmiştir. Denemenin ilk yılı herhangi bir gözlem alınmamıştır.

Denemenin ikinci yılında da deneme alanındaki yabancı otlar çapa ile temizlenmiştir. 2018 yılında, çıkış döneminde 5 kg/da ve 1. biçimden sonra, 5 kg da⁻¹ saf azot gelecek şekilde, iki defa, Amonyum Nitrat (%26) gübresi, üst gübre olarak uygulanmıştır. Haftada bir defa sulama uygulanmıştır. Rastgele belirlenen 50 bitkide, mayıs ayından itibaren, ilgili gözlemler alınmıştır. Biçimler, tam çiçeklenme döneminde, bitkilerin ayrı ayrı çiçeklenme durumlarına göre, topraktan 5 cm yükseklikten, budama makasıyla yapılmıştır.

Rastgele belirlenen bitkilerde ayrı ayrı; sapa kalkma zamanı (gün), ilk tomurcuklanma süresi (gün), tam çiçeklenme süresi (gün), bitki boyu (cm), sap sayısı (adet ocak⁻¹), yan dal sayısı (adet sap⁻¹), çiçek sayısı (adet sap⁻¹), taze herba verimi (g bitki⁻¹), kuru herba verimi (g bitki⁻¹), kuru sap-yaprak-çiçek verimleri (g bitki⁻¹), taze kök verimi (g bitki⁻¹), kuru kök verimi (g bitki⁻¹), 1. biçimde kuru sap-yaprak-çiçek uçucu yağ oranları (%) ve uçucu yağ bileşeni dağılımı gözlemleri, Küçükali (2012)'ye göre, belirlenmiştir. Kök ve rozet yaprak gözlemleri vejetasyon sonunda (20.10.2018), 25 bitki sökülerek, alınmıştır.

Uçucu yağ oranları, tüm hasat edilen bitkilerin harmanlanmasıyla elde edilen örneklerde yapılmıştır.

Uçucu yağ bileşenlerinin belirlenmesi

Kuru sap, yaprak, çiçek ve kökten su buharı distilasyonu ile elde edilen uçucu yağ örnekleri, uçucu yağ bileşenleri analizleri yapıncaya kadar, derin dondurucuda saklanmıştır.

Uçucu yağ asitleri kompozisyonu analizleri, "Shimadzu Nexis GC-2030" marka Gaz

Kromatografisinde, Kütle Spektroskopisi (MS) dedektörü ve "Teknokroma capillary column TR-CN100 (60m X 0.25mm X 0.20um) kapiler kolonu kullanılarak, Harran Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (HÜBTAM), yapılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum (1 mL dakika⁻¹) kullanılmıştır. Kromatografi cihazı, fırın sıcaklığı 165°C 15 dk tutulmuş, sonra 5°C dk⁻¹ sıcaklık artışı ile 200°C ulaşılmış ve 40 dakika bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Analizlerde, Hexzanla seyreltilen, uçucu yağ örneklerinden 1µL enjekte edilmiş ve 1/20 split oranı kullanılmıştır. Uçucu yağ asitleri oranları, pik alanlarının oransal dağılımı yüzdesi olarak belirlenmiştir. Analizlerde WILEY, NIST ve REPLIB kütüphaneleri kullanılarak uçucu yağ bileşenleri belirlenmiştir.

Verileri değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin, minimum-maksimum değerleri, genel ortalamaları ve standart sapmaları, Excel paket programı kullanılarak, belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Fenolojik gözlemler

Denemede bitkilere göre, ikinci yıl çıkışları 11-30 Mart 2018 tarihleri, sapa kalkma 9-21 Mayıs 2018 tarihleri, ilk tomurcuklanma 14-28 Mayıs 2018 tarihleri ve ilk tam çiçeklenme 23.06.2018-30.08.2018 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Çıkış, sapa kalkma, ilk tomurcuklanma ve tam çiçeklenme tarihlerinin bitkilere göre, değişim göstermesi, tohumdan çoğaltılan bitkilerin, genotipik olarak homojen olamamasından kaynaklanmaktadır. Şanlıurfa koşullarında 2018 yılında, *E. purpurea*'da bitkilere göre saptanan sapa kalkma, ilk tomurcuklanma ve tam çiçeklenme gün sayıları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Şanlıurfa koşullarında, *E. purpurea*'da bitkilere göre saptanan sapa kalkma, ilk tomurcuklanma ve tam çiçeklenme gün sayısı ortalama ve standart sapma değerleri (gün)

Table 2. Determined average and standard deviation values of the number of days of stem sprouts, first budding and full blooming in *E. purpurea* in Şanlıurfa conditions.

	Minimum	Maksimum	Ortalama Average	Standart Sapma Standard Deviation
Sapa kalkma (gün) Stem sprouts (day)	51.00	60.00	57.46	±3.87
İlk tomurcuklanma (gün) First budding (day)	57.00	75.00	66.46	±6.16
Tam çiçeklenme (gün)/ Full blooming (day)				
1.Biçim/Harvest	85.00	168.00	116.86	±28.08
2.Biçim/Harvest	8.00	60.00	27.56	±14.92
3.Biçim/Harvest	32.00	60.00	51.50	±13.26
Ortalama/Average	67.00	96.00	65.31	±18.75

Çizelge 2'de görüldüğü gibi, bitkilere göre sapa kalkma gün sayısı ortalama 57.46 ± 3.87 gün olarak, ilk tomurcuklanma gün sayısı ortalama 66.46 ± 6.16 gün olarak ve biçimlere göre tam çiçeklenme gün sayısı, 1. Biçimde ortalama 116.86 ± 28.08 gün, 2. Biçimde ortalama 27.56 ± 14.92 gün, 3. Biçimde ortalama 51.50 ± 13.26 gün olarak saptanmıştır. Bitkilere göre sapa kalkma, ilk tomurcuklanma ve tam çiçeklenme gün sayısı değerleri arasında farklılıklar saptanmıştır. Genel olarak, tam çiçeklenme gün sayıları yönünden biçimler arasında büyük farklılıklar gözlenmiştir. Birinci biçimden sonra, bitkilerden sadece 16 tanesinde yeniden çiçeklenme olmuş ve bunlardan ikinci biçimler alınmıştır. İkinci biçim alınan bitkilerden ise, sadece 6 adedi tekrar çiçeklenmiştir. Dolayısıyla, çalışmaya konu olan 50 bitkiden 34 tanesinden bir biçim, 10 tanesinden iki biçim ve altı tanesinden de üç biçim alınabilmiştir. İlk çiçeklenme süresi uzun süren bitkilerde, tekrar çiçeklenme gözlenmemiş ve tek biçim alınmıştır. Bu durum, genotipik farklılıktan, farklı genotipli bitkilerin artan sıcaklık ve güneşlenme süresine (Çizelge 1), farklı tepki vermelerinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim, Küçükali (2012) ekinezyanın bir uzun gün bitkisi olduğu ve Çukurova koşullarında uzun günlerde çiçeklendiğini bildirilmektedir.

Bitkisel özellikler

Şanlıurfa koşullarında, biçimlere göre, *E. purpurea* bitkilerinde saptanan bitki boyu, sap

sayısı, yan dal sayısı ve çiçek sayısı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3'te görüldüğü gibi, *E. purpurea*'da vejetasyon süresince toplam 4 hasat yapılabilmektedir. Bitki boylarının, 1. Biçimde ortalama 39.16 ± 15.98 cm olduğu, 2. Biçimde ortalama 31.50 ± 16.47 cm olduğu, 3. Biçimde ortalama 22.00 ± 20.81 cm olduğu ve kök hasadında ortalama 14.80 ± 17.67 cm olduğu; sap sayısı değerlerinin, 1. Biçimde ortalama 1.44 ± 0.88 adet ocak⁻¹ olduğu, 2. Biçimde ortalama 1.25 ± 0.68 adet ocak⁻¹ olduğu, 3. Biçimde ortalama 1.00 adet ocak⁻¹ olduğu ve kök hasadında sap oluşmadığı; yan dal sayısı değerlerinin, 1. Biçimde ortalama 3.62 ± 2.75 adet sap⁻¹ olduğu, 2. Biçimde ortalama 2.75 ± 1.17 adet sap⁻¹ olduğu, 3. ve 4. hasat döneminde bitkide yan dal oluşmadığı; çiçek sayısı değerlerinin, 1. Biçimde ortalama 3.52 ± 4.03 adet bitki⁻¹ olduğu, 2. Biçimde ortalama 2.19 ± 2.04 adet bitki⁻¹ olduğu, 3. Biçimde ortalama 1.00 ± 0 adet bitki⁻¹ olduğu ve kök hasadında çiçeklenme olmadığı belirlenmiştir.

Bitki boyu, sap sayısı, yan dal sayısı ve çiçek sayısı yönünden bitkiler arasında ve biçimler arasında büyük oranda farklılıklar saptanmıştır. Genel olarak, geciken biçimlerde bitki boyu, sap sayısı, yan dal sayısı ve çiçek sayısı azalmıştır. Bitkiler arasındaki büyük farklılık, tohumla çoğaltılan bitkilerin genotipik olarak homojen olmadığı bir göstergesidir ve bundan kaynaklanabilir. Biçim sıralarındaki farklılık ise, bitkinin yetiştirme dönemlerinde maruz kaldığı iklim

koşulları farklılığından kaynaklanabilir. Nitekim, deneme alanı iklim değerleri (Çizelge 1) incelendiğinde geciken biçimlerde havanın daha sıcak ve kurak olduğu gözlenmektedir.

Bitki boyu değerlerimiz, bazı araştırmacıların (Özcan, 2014; Ulutaş, 2016) bildirdiği değerlerden (60-102 cm) düşük bulunmuştur. Sap sayısı incelendiğinde, bulgularımızın Özcan (2014) bildirdiği değerlere (2.10-4.12 adet ocak⁻¹) benzer,

Küçükali (2012) bildirdiği değerlerden (2.07-2.47 adet ocak⁻¹) düşük olduğu görülmektedir. Çiçek sayısı değerlerimizin ise, Özcan (2014)'ın bildirdiği değerlere (1.77-5.24 adet bitki⁻¹) benzer, bazı araştırmacıların (Küçükali, 2012; Ulutaş, 2016) bildirdiği değerlerden (13.03-47.00 adet bitki⁻¹) düşük olduğu saptanmıştır. Bu durum ekolojik farklılıklardan, bitki yaşından ve yetiştirme tekniğinden kaynaklanabilir.

Çizelge 3. Şanlıurfa koşullarında, *E. purpurea*'da, bitkilerinde saptanan bitki boyu, sap sayısı, yan dal sayısı ve çiçek sayısı ortalama ve standart sapma değerleri.

Table 3. Determined average and standard deviation values of the plant height, number of stems, number of branches and number of flowers in *E. purpurea* in Şanlıurfa conditions.

Biçim sırası Harvest number	Örnek sayısı Number of samples observed	Minimum	Maksimum	Ortalama Average	Standart sapma Standard deviation
Bitki Boyu/Plant Height (cm)					
1.Biçim/Harvest	50	10.00	70.00	39.16	±15.98
2.Biçim/Harvest	16	5.00	70.00	31.50	±16.47
3.Biçim/Harvest	6	10.00	64.00	22.00	±20.81
Kök hasadı/ Root harvest	25	10.00	40.00	14.80	±17.67
Ortalama Average	24.25	8.75	61.00	26.87	±17.73
Sap sayısı (adet ocak⁻¹)/Number of stems (number plant⁻¹)					
1.Biçim/Harvest	50	1.00	5.00	1.44	±0.88
2.Biçim/Harvest	15	1.00	3.00	1.25	±0.68
3.Biçim/Harvest	6	1.00	1.00	1.00	±0.00
Kök hasadı/ Root harvest	-	-	-	-	-
Ortalama Average	17.75	1.00	3.00	1.23	±0.78
Yan dal sayısı (adet sap⁻¹)/Number of branches (number stem⁻¹)					
1.Biçim/Harvest	50	1.00	16.00	3.62	±2.75
2.Biçim/Harvest	8	2.00	5.00	2.75	±1.17
3.Biçim/Harvest	-	-	-	-	-
Kök hasadı/ Root harvest	-	-	-	-	-
Ortalama Average	29	1.00	7.00	3.19	±1.95
Çiçek sayısı (adet bitki⁻¹)/Number of flowers (number plant⁻¹)					
1.Biçim/Harvest	50	1.00	23.00	3.52	±4.03
2.Biçim/Harvest	16	1.00	9.00	2.19	±2.04
3.Biçim/Harvest	6	1.00	1.00	1.00	±0
Kök hasadı/ Root harvest	-	-	-	-	-
Ortalama Average	24	1.00	11.00	2.22	±3.04

Verimi değerleri

E. purpurea'da bitkilere göre, farklı biçimlerde saptanan bitki başına taze herba verimi, kuru herba verimi, kuru çiçek verimi, kuru yaprak

verimi ve kuru sap verimi minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Şanlıurfa koşullarında, *E. purpurea*'da, taze herba verimi, kuru herba verimi, kuru çiçek verimi, kuru yaprak verimi ve kuru sap verimi ortalama ve standart sapma değerleri.

Table 4. Determined average and standard deviation values of the fresh herb yield, dry herb yield, dry flower yield, dry leaf yield and dry stem yield in *E. purpurea* in Şanlıurfa conditions.

Biçim sırası Harvest number	Örnek sayısı Number of samples observed	Minimum	Maksimum	Ortalama Average	Standart sapma Standard deviation
Taze herba verimi (g bitki⁻¹)/Fresh herb yield (g plant⁻¹)					
1.Biçim/Harvest	50	1.60	183.1	36.06	±50.78
2.Biçim/Harvest	15	1.00	63.18	21.80	±20.53
3.Biçim/Harvest	6	2.10	13.35	8.49	±5.00
Kök hasadı/ Root Harvest	25	8.73	101.85	48.28	±22.90
Ortalama Average	24	2.9575	44.595	28.79	±19.67
Kuru herba verimi (g bitki⁻¹)/Dry herb yield (g plant⁻¹)					
1.Biçim/Harvest	50	0.80	69.76	8.95	±12.91
2.Biçim/Harvest	17	0.10	18.23	6.41	±5.81
3.Biçim/Harvest	6	0.60	3.40	2.35	±1.15
Kök hasadı/ Root harvest	25	2.66	35.74	15.39	±7.90
Ortalama Average	24.5	1.04	31.78	8.28	±6.94
Kuru çiçek verimi (g bitki⁻¹)/Dry flower yield (g plant⁻¹)					
1.Biçim/Harvest	50	0.014	17.79	2.56	±3.13
2.Biçim/Harvest	17	0.10	8.64	2.05	±2.08
3.Biçim/Harvest	6	0.40	2.40	1.43	±0.68
Kök hasadı/ Root Harvest	-	-	-	-	-
Ortalama Average	24.33	0.17	9.61	2.01	±1.97
Kuru yaprak verimi (g bitki⁻¹)/Dry leaf yield (g plant⁻¹)					
1.Biçim/Harvest	50	0.005	22.54	3.19	±4.46
2.Biçim/Harvest	15	0.40	9.16	2.38	±2.61
3.Biçim/Harvest	12	0.60	1.10	0.52	±0.38
Kök hasadı/ Root Harvest	-	-	-	-	-
Ortalama Average	25.67	0.34	10.93	2.03	±2.48
Kuru sap verimi (g bitki⁻¹)/Dry stem yield (g plant⁻¹)					
1.Biçim/Harvest	50	1.38	132.86	36.60	±50.78
2.Biçim/Harvest	16	0.10	6.98	1.97	±2.14
3.Biçim/Harvest	6	0.20	0.60	0.35	±0.15
Kök hasadı/ Root Harvest	-	-	-	-	-
Ortalama Average	24	0.56	46.81	12.97	±17.69

Çizelge 4'te görüldüğü gibi, taze herba verim değerlerinin, 1. Biçimde ortalama 36.06±50.78 g bitki⁻¹ olduğu, 2. Biçimde ortalama 21.80±20.53 g bitki⁻¹ olduğu, 3. Biçimde ortalama 8.49±5.00 g bitki⁻¹ olduğu ve kök hasadında ortalama 48.28±22.90 g bitki⁻¹ olduğu; kuru herba veriminin 1. Biçimde ortalama 8.95±12.91 g bitki⁻¹ olduğu, 2. Biçimde ortalama 6.41±5.81 g bitki⁻¹ olduğu, 3. Biçimde ortalama 2.35±1.15 g bitki⁻¹ olduğu ve

kök hasadında ortalama 15.39±7.90 g bitki⁻¹ olduğu; kuru çiçek verimi değerlerinin 1. Biçimde ortalama 2.56±3.13 g bitki⁻¹ olduğu, 2. Biçimde ortalama 2.05±2.08 g bitki⁻¹ olduğu, 3. Biçimde ortalama 1.43±0.68 g bitki⁻¹ olduğu; kuru yaprak verimi değerlerinin 1. Biçimde ortalama 3.19±4.46 g bitki⁻¹ olduğu, 2. Biçimde ortalama 2.38±2.61 g bitki⁻¹ olduğu, 3. Biçimde ortalama 0.52±0.38 g bitki⁻¹ olduğu; kuru sap verimi değerlerinin 1.

Biçimde ortalama 36.6 ± 50.78 g bitki⁻¹ olduğu, 2. Biçimde ortalama 1.97 ± 2.14 g bitki⁻¹ olduğu, 3. Biçimde ortalama 0.35 ± 0.15 g bitki⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Taze herba verimi, kuru herba verimi, kuru çiçek verimi, kuru yaprak verimi ve kuru sap verimi değeri yönünden bitkiler arasında ve biçimler arasında büyük oranda farklılıklar saptanmıştır. Genel olarak, incelenen tüm özelliklerde en yüksek ortalama değerler 1. Biçimden elde edilmiştir. Geciken biçimlerde taze herba verimi, kuru herba verimi, kuru çiçek verimi, kuru yaprak verimi ve kuru sap verimi değeri azalmıştır. Bitkiler arasındaki büyük farklılık, tohumla çoğaltılan bitkilerin genotipik olarak homojen almadığının bir göstergesidir ve bundan kaynaklanabilir. Biçimler arasındaki farklılıklar, bitkinin yetiştirme dönemlerinde maruz kaldığı iklim koşullarından kaynaklanabilir. Deneme alanı iklim değerleri incelendiğinde, geciken biçimlerde havanın daha sıcak ve kurak

olduğu gözlenmektedir. Sıcakların artışıyla ve bitki gelişimi azalmış ve bu durum geciken biçimlerde verimlerde düşme olarak kendini göstermiştir. Benzer bulguları Özcan (2014), ekinezyada düşük sıcaklıkların bitkilerin gelişimine olumlu, artan sıcaklıkların ise bitkilerin gelişimine olumsuz etkilediğini, belirtmiştir.

Verimi değerlerimiz, genel olarak bazı araştırmacıların (Küçükali, 2012; Yeşil ve Kan, 2013; Ulutaş, 2016) bildirdikleri değerlerden düşük bulunmuştur. Bu durum, bitki yetiştirme teknikleri, bitki yaşı ve bölge koşulları farklılığından kaynaklanabilir.

Taze kök verimi

E. purpurea'da kök verimi için sökülen 25 bitkide saptanan, taze ve kuru kök verimi minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Şanlıurfa koşullarında, *E. purpurea*'da taze ve kuru kök verimi ortalama ve standart sapma değerleri.

Table 5. Determined average and standard deviation values of the fresh root yield and dry root yield in *E. purpurea* in Şanlıurfa conditions.

	Minimum	Maksimum	Ortalama Average	Standart sapma Standard deviation
Taze kök verimi (g bitki ⁻¹) Fresh root yield (g plant ⁻¹)	4.78	94.85	36.54	±20.21
Kuru kök verimi (g bitki ⁻¹) Dry root yield (g plant ⁻¹)	1.35	35.73	12.20	±7.04

Çizelge 5'te, bitkide taze kök verimi değerlerinin 36.54 ± 20.21 g bitki⁻¹ olduğu ve kuru kök verimi değerlerinin ise ortalama 12.20 ± 7.04 g bitki⁻¹ olduğu görülmektedir. Taze ve kuru kök verimi değeri yönünden bitkiler arasında büyük farklılıklar gözlenmiştir. Bitkiler arasındaki bu farklılık, tohumdan çoğaltılan bitkilerin genotipik olarak homojen almadığının bir göstergesidir ve bundan kaynaklanabilir.

Kök verimi değerlerimiz, genel olarak bazı

araştırmacıları (Küçükali, 2012; Özcan, 2014) bildirdikleri değerlerden düşük bulunmuştur. Bu durum, bitki yetiştirme teknikleri, bitki yaşı ve bölge koşulları farklılığından kaynaklanabilir.

Uçucu yağ oranı ve bileşenleri

Denemede *E. purpurea* bitkisinde 1. Biçimde farklı organlarda saptanan ortalama uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri oransal dağılım değerleri (%) Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. *E. purpurea*'da, farklı organlarda saptanan, ortalama uçucu yağ oranı ve uçucu yağ bileşenleri dağılımı.
 Table 6. Determined average essential oil ratio and distribution of essential oil components from different organs in *E. purpurea* in Şanlıurfa conditions.

	Çıkış Zamanı <i>R. Time</i>	Pik Alanı/Peak Area (%)				
		Yaprak <i>Leaf</i>	Rozet Yaprak <i>Rosette Leaf</i>	Sap <i>Stem</i>	Çiçek <i>Flower</i>	Kök <i>Root</i>
Uçucu yağ oranı <i>Essential Oil Ratio (%)</i>		0.04	0.04	0.03	0.04	0.03
Bileşen Adı/ <i>Component Name</i>						
Alpha-Pinene	11.489	-	0.42	8.20	7.47	0.65
Camphene	12.180	-	-	0.41	-	-
3-Hexyl Hydroperoxide	12.323	10.52	5.51	1.59	10.14	10.06
Verbenene	12.458	-	-	0.30	-	-
2-Hexyl Hydroperoxide	12.792	14.61	5.49	1.91	11.28	10.19
3-Hexen-2-One	13.297	-	-	-	-	1.82
Cyclohexyl Methyl Ketone	13.296	-	-	-	1.15	-
Sabinene	13.410	-	0.68	0.53	-	0.89
(-)-Beta-Pinene	13.542	-	-	1.09	1.29	1.63
Myrcene	14.350	-	-	-	-	0.54
Beta-Myrcene	14.407	-	1.49	3.38	-	-
Alpha-Phellandrene	14.954	-	-	-	3.74	-
P-Cymene	16.039	-	1.13	0.49	3.52	1.57
Limonene	16.181	-	-	1.74	1.59	-
Isopropylaniline	19.118	1.22	-	-	-	-
N-Ethyl-P-Toluidine	19.150	-	-	-	1.26	-
Linalool	19.907	-	0.76	-	-	-
Alpha-Campholenic Aldehyde	21.135	-	-	1.98	-	-
6-Isopropenyl-3-Methoxymethoxy-3-Methyl-Cyclohexene	21.479	-	-	0.83	-	-
Pinocarveol	21.784	2.50	-	2.35	1.70	-
(-)-Cis-Verbenol	21.906	2.95	-	1.26	1.20	-
Verbenol	22.094	11.62	-	6.65	4.90	1.08
P-Mentha-1,5-Dien-8-Ol	22.311	-	-	0.63	-	-
2,6-Dimethylocta-1,5,7-Trien-3-Ol	22.760	-	-	0.29	-	-
Pinocarpone	22.970	-	-	0.52	-	-
P-Mentha-1,5-Dien-8-Ol	23.245	-	-	0.52	-	-
Terpinen-4-Ol	23.750	-	-	0.71	-	-
P-Cymen-8-Ol	24.151	1.18	-	0.78	-	-
1,5-Heptadiene, 3,3-Dimethyl-, (E)-	24.336	-	-	0.47	-	-
1-Alpha-Terpinyyl Acetate	24.435	-	-	0.34	-	-
D-Myrtenal	24.670	-	-	1.57	-	-
Myrtenol	24.720	-	-	1.06	-	-
Verbenone	25.276	5.25	-	1.55	1.81	-
Trans-Carveol	25.835	1.29	-	-	-	-
Cis-Carveol	25.839	-	-	1.23	-	-
Carvone	27.016	-	-	0.61	-	-
Linalyl Acetate	27.674	-	0.94	-	-	-
Carvacrol	29.900	1.96	14.07	0.35	-	-
Beta. Bourbonene	33.800	-	1.19	-	-	-
Beta-Elemene	34.025	-	-	0.31	-	0.86
Caryophyllene	35.336	-	3.32	1.11	1.80	3.33
Germacrene-D	35.758	-	0.67	-	6.70	-
Trans-Alpha-Bergamotene	35.956	-	-	0.56	-	-
Alpha-Humulene	36.843	-	2.18	0.37	-	0.92
1,13-Tetradecadiene	37.473	-	-	-	-	2.18
Germacrene-D	37.951	1.07	50.65	3.31	-	42.19
(E)-Beta-Farnesene	38.091	-	-	0.26	-	-
Tetradecan-1-Ol	38.284	-	-	-	-	0.59
Cubedol	38.549	-	-	0.27	-	-
T-Muurolol	38.563	-	-	-	1.58	-

Çizelge 6'nın devamı

	Çıkış Zamanı <i>R. Time</i>	Pik Alanı/Peak Area (%)				
		Yaprak <i>Leaf</i>	Rozet Yaprak <i>Rosette Leaf</i>	Sap <i>Stem</i>	Çiçek <i>Flower</i>	Kök <i>Root</i>
Bicyclgermacrene	38.702	-	1.78	-	-	-
Cubedol	39.430	-	-	0.38	2.40	-
(+)-Delta-Cadinene	39.742	-	-	0.55	-	-
(-)-Isolongifolol, Acetate	39.746	-	-	-	3.68	-
4,8,13-Duvatriene-1,3-Diol	40.051	-	-	0.30	-	-
But-3-Enal, 2-Methyl-4-(2,6,6-Trimethyl-1-Cyclohexenyl)-	41.005	-	-	2.01	-	-
Nerolidol	41.407	-	0.85	0.24	-	-
1,5-Epoxy-salvial-4(14)-Ene	41.559	3.95	-	2.99	-	-
Bourbonol	41.924	-	-	-	-	1.04
1(10),5-Germacradien-4-Ol	42.000	-	0.85	-	-	-
Spathulenol	42.008	6.66	-	4.49	2.61	-
Caryophyllene Oxide	42.224	8.64	0.77	7.47	4.81	-
4-Bromo-1-Naphthylamine	42.432	-	-	0.63	-	-
Ethyl Chrysanthemate	42.656	1.36	-	-	-	-
Salvial-4(14)-En-1-One	42.666	-	-	1.24	-	-
Junipene	43.120	-	-	0.53	-	-
Menthylactone	43.298	2.15	-	-	-	-
Humulene Epoxide	43.312	-	0.59	3.27	3.15	-
Boronal	43.820	-	-	0.66	-	-
Germacrene B	43.956	-	-	0.29	-	-
Spathulenol	44.071	-	-	0.32	-	-
(+)-3-Carene, 4-isopropenyl-	44.226	-	-	0.49	-	-
3-Ethyl-3-Hydroxy-5alpha-Androstan-17-One	44.388	-	-	0.55	-	-
Gamma-Cadinene Aldehyde	44.456	-	2.24	-	-	-
Aromadendrene Epoxide	44.750	-	-	1.25	-	-
Bicyclo[6.3.0]Undeca-1(8),9-Diene, 11,11-Dimethyl-	44.909	-	-	1.07	-	-
Widdrol	45.065	5.85	-	3.74	4.76	-
Alpha-Cadinol	45.125	-	0.99	-	-	4.82
4-(2,4,4-Trimethyl-Bicyclo[4.1.0]Hept-2-En-3-Yl)-Butan-2-One	45.217	1.13	-	-	-	-
Cyclamal	45.251	-	-	-	2.12	-
Trans-Alpha-Bergamotene	45.220	-	-	1.07	-	-
1,3,3-Trimethyl-2-(2-Methyl-Cyclopropyl)-Cyclohexene	45.740	-	-	0.75	-	-
2,3,3-Trimethyl-2-(3-Methyl-Buta-1,3-Dienyl)-Cyclohexanone	45.907	-	-	0.28	-	-
4(14)-Salvialen-1-One	46.157	-	-	0.83	-	-
9-Isopropyl-1-Methyl-2-Methylene-5-Oxatricyclo[5.4.0.0(3,8)]Undecane	46.295	-	-	-	-	2.75
6-Isopropenyl-4,8a-Dimethyl-1,2,3,5,6,7,8,8a-Octahydro-Naphthalen-2-Ol	46.306	3.84	-	-	-	-
Andrographolide	46.318	-	-	6.92	-	-
4,8,13-Duvatriene-1,3-Diol	46.467	2.93	-	2.14	-	-
Shyobunol	46.513	-	-	-	5.75	3.47
(-)-Gamma-Cadinene	48.362	-	-	0.47	-	-
Cedrol	48.468	-	-	0.42	-	-
9-Isopropyl-1-Methyl-2-Methylene-5-Oxatricyclo[5.4.0.0(3,8)]Undecane	48.939	-	-	0.53	-	-
4,8,13-Duvatriene-1,3-Diol	49.340	-	-	1.93	-	-
Spiro[2.5]Octane, 5,5-Dimethyl-4-(3-Oxobutyl)-	49.322	2.43	-	-	-	-

Çizelge 6'nın devamı

	Çıkış Zamanı R. Time	Pik Alanı/Peak Area (%)				
		Yaprak Leaf	Rozet Yaprak Rosette Leaf	Sap Stem	Çiçek Flower	Kök Root
1-Cyclohexene-1-Propanal, 2,6,6-Trimethyl-	49.346	-	-	-	2.75	-
(-)-Γ-Cadinene	49.547	-	-	0.45	-	-
Valerenol	50.608	-	-	0.30	-	-
Caryophyllene Oxide	50.914	-	-	-	-	1.34
Boronal	51.888	-	-	1.69	-	-
Platambin	52.612	-	-	-	-	2.00
Bileşen Sayısı Component Number	100	21	21	69	25	21
Toplam/Total		93.10	96.57	98.78	93.16	93.92

Çizelge 6'da görüldüğü gibi, ortalama uçucu yağ oranı değerlerinin kuru yaprakta %0.04, kuru sapta %0.03 ve kuru çiçekte %0.04 ayrıca, kök hasadından elde edilen, rozet yaprakta %0.04 ve kökte %0.03 olduğu belirlenmiştir.

Uçucu yağ oranına ilişkin değerlerimiz bazı araştırmacıların (Küçükali, 2012; Ulutaş, 2016) bildirdikleri değerlerde düşük bulunmuştur. Bilindiği gibi, bitkilerde uçucu yağ birikimi, bitki ve çevre şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Diğer bir ifadeyle, türlerin genetik yapısı, yetiştiği iklim koşulları, uygulanan agronomik işlemler ve bitkinin yaşı uçucu yağ birikiminde önemlidir (Sangwan ve ark. 2001). Bu farklılık ekolojik koşullar, genotip, bitki yaşı ve yetiştirme tekniğinden kaynaklanabilir.

Çizelge 6 incelendiğinde, yaprak uçucu yağında tüm bileşenlerin %93.10'nu oluşturan 21 bileşen, rozet yaprak uçucu yağında tüm bileşenlerin %96.57'sini oluşturan 21 bileşen, sap uçucu yağında tüm bileşenlerin %99.78'ini oluşturan 69 bileşen, çiçek uçucu yağında %93.16'sını oluşturan 25 bileşen ve kök uçucu yağında %93.92 oluşturan 21 bileşen saptandığı görülmektedir. Ayrıca, yaprak uçucu yağının ana bileşeninin *2-hexyl hydroperoxide* (%14.61) olduğu ve bunu *verbenol* (%11.62), *3-Hexyl hydroperoxide* (%10.52) ve *Caryophyllene oxide* (%8.64) izlendiği saptanmıştır. Rozet yaprak uçucu yağında en yüksek oranda *germacrene-D* (%50.65) olduğu ve bunu *carvacrol*'un (%14.07) takip ettiği; kuru sap uçucu yağında ana bileşen olarak %8.20 oranında *alpha-pinene* ve %7.47 oranında *caryophyllene*

oxide; çiçek uçucu yağında ana bileşen olarak %11.28 oranında *2-hexylhydroperoxide* olduğu ve bunu %10.14 ile *3-hexyl Hydroperoxide*, %7.47 ile *alpha-pinene*, %6.70 ile *germacrene-D* ve %5.75 ile *shyobunol*'un takip ettiği ve kök uçucu yağında ana bileşen olarak %42.19 *germacrene-D* ve bunu %10.19 ile *2-hexylhydroperoxide* ve %10.06 ile *3-hexylhydroperoxide* bileşeninin takip ettiği görülmektedir.

Bulgularımız, *E. purpurea* sap ve çiçeklerinde *alpha-pinene*'in ana bileşenler olduğunu bildiren Ulutaş (2016)'ın bulgularıyla kısmen uyumlu görülmüştür. Çiçek uçucu yağında ana bileşen olarak *2-hexylhydroperoxide* saptanmış, *alpha-pinene* üçüncü sırada yer almıştır. Bu farklılık ekolojik koşullardan, genotipten veya yetiştirme tekniğinden kaynaklandığı düşünülebilir. Bauer (1998) ekinezya uçucu yağ bileşenlerinin organlara ve analiz yöntemine göre değişebileceğini bildirmektedir. Bulgularımız, yapraklarda *germacrene D*'nin ana bileşen olduğunu bildiren bazı araştırmacıların (Özcan, 2014; Ulutaş, 2016) bulgularıyla ise uyumlu bulunmuştur.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, Harran Ovası koşullarında *E. purpurea*'dan toplam 3 biçim alınabilecek genotiplerin olduğu, her ne kadar verim değerlerinin literatür bulgularına göre düşük olduğu gözlemlense de ekolojik koşullara uygun genotipler ve yetiştirme teknikleriyle, ekinezyanın

Şanlıurfa koşullarında yetiştirilme potansiyelinin bulunduğu söylenebilir. Bu nedenle, bölge koşullarına uygun çeşitlerin belirlenmesi veya ıslah çalışmaları yapılarak, bölge koşullarına uygun çeşit geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bölge koşullarında uygun yetiştirme tekniklerinin (ekim zamanı, hasat zamanı, bitki sıklığı, gübreleme çeşitleri, sulama şekilleri) belirlenmesi gerekmektedir.

Ekler

Bu çalışma, HÜBAK Tarafından Desteklenen (Proje No: 19126), Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

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

Yazar Katkısı: AÖ çalışmayı tasarlayarak denemeleri kurmuş, MS çalışmayı yürütmüş, AÖ verileri analiz etmiş, AÖ ve MS makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Adam, K. (2002). *Echinacea* As an Alternative Crop. Horticultural Technical Note. www Attra.ncat.org. (Erişim Tarihi: 01.04.2019).
- Anonim (2019). Şanlıurfa meteoroloji istasyon verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Müdürlüğü, Şanlıurfa.
- Bauer, R. (1998). *Echinacea: Biological effects and active principles. In Phytomedicines of Europe, Chemistry and Biological Activity*, edited by L.D., Lawson and R. Bauer, pp. 140-157. Washington, DC: American Chemical Society.
- Bruneton, J. (1999). *Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants*. 2nd Ed., Paris: Lavoisier, 173-175p.
- Chen, C. L., Zhang, S.C. & Sung, J.M. (2008). Biomass and caffeoyl phenols production of *Echinacea purpurea* grown in Taiwan. *Experimental Agriculture*, 44: 497-507.
- Çelik, S.A. (2016). Ekinezya Türlerinde *Echinacea* spp Bazı Sekonder Metabolitlerin Miktarlarının ve Biyolojik Aktivitelerinin Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 205s.
- Çoksarı, G. (2012). Farklı Azotlu Gübre Dozlarında Yetiştirilen Ekinezya Türlerinde (*Echinacea pallida* Nutt, *Echinacea purpurea* (L.) Moench) Uygulanan Farklı Kurutma Yöntemlerinin Ekstrakt Kalitesi Üzerine Etkileri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 106s.
- Dufault, R.J., Rushing, J., Hassel, R., Shepard, Mccutcheon, B.M. & Ward B. (2003). Influence of fertilizer on growth and marker compound of field-grown

Echinacea species and feverfew. *Scientia Horticulturae*, 98: 61-69.

- Gülpınar, A.R. (2009). Türkiye’de Kültürü Yapılan *Echinacea purpurea* (L.) Moench. ve *Echinacea pallida* (Nutt.) Nutt. Türleri Üzerinde Farmokognozük Çalışmalar. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 133s.
- Kindscher, K. (1989). Ethnobotany of purple coneflower (*Echinacea angustifolia*, Asteraceae) and other *Echinacea* species. *Economic Botany*. 43(4): 498-507
- Kreft, S. (2005). Cichoric acid content and biomass production of *Echinacea purpurea*. Plants cultivated in Slovenia. *Pharmaceutical Biology*, 43: 662-665.
- Küçükali, K. (2012). Çukurova Koşullarında Farklı Ekim Sıklıkları ve Değişik Hasat Zamanlarının Pembe Koni Çiçeği (*Echinacea Purpurea* (L.) Moench)’nin Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 140s
- Mat A. (2002). *Echinacea* türleri. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler, 29-31 Mayıs, Eskişehir, (Eds. Başer, K.H.C. ve Kırimer, N.) Web’de yayın tarihi: 2004 ISBN 975-94077-2-8. İ.Ü., Eczacılık Fak., İstanbul.
- Muntean, L.S., Varban, D., Muntean, S., Tamaş, M. & Varban, R. (1998). *Echinacea* Species of Medicinal Use. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 27
- Omidbaigi R. (2002). Study of cultivation and adaptability of purple coneflower (*Echinaceae purpurea*) in the North of Tehran. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 6(2): 231-241.
- Özcan, İ.İ. (2014). Farklı Kültürel Uygulamaların Ekinezya (*Echinacea* Spp) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Aydın, 209s.
- Parmenter, G., Burgmans, J., Button, L., Douglas, M., Follett, J., Gray, G. & Smallfield, B. (1992). Production of the medicinal crops *Valerian* and *Echinacea* in New Zealand. *Proceedings Agronomy Society of New Zealand*, 22: 61-65.
- Parmenter, G.A. & Littlejohn, R.P. (1997). Planting density effects on root yield of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L) Moench). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25: 169-175.
- Schar, D. (1999). *Echinacea: The Plant That Boosts Your Immune System*. Berkeley, California: North Atlantic Books, Chapter 2.
- Soldamalı, R.V. (2016). Farklı Zamanlarda Hasat Edilen Ekinezya (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) Bitki Ekstraktlarının Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi, Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54s.
- Sangwan, N.S., Farooqi, A.H.A., Shabih, F. & Sangwan, R.S. (2001). Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation* 34: 3-21
- Şahan, A. (2012). Farklı Zamanlarda Hasat Edilen Ekinezya, *Echinacea pallida*, Bitkisinin Biyoaktif Özellikleri ve Bitkisel Yağların Stabilitesi Üzerine Etkisi, Kayseri: Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 118s.
- Ulutaş, M. (2016). Tokat Ekolojik Koşullarında İki Farklı Ekinezya Türünün *Echinacea purpurea* (L.) Moench ve *E. pallida* Nut. Verim ve Kimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 66s.
- Yeşil, R. & Kan, Y. (2013). Konya Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Ekinezya (*E. Pallida* ve *E. Purpurea*) türlerinin uçucu yağ verimi ve bileşenleri üzerine farklı dozlarda uygulanan organik ve inorganik gübrelerin etkileri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(1): 14-23.



Harran ovası koşullarında yetiştirilen bazı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşitlerine uygulanan organik ve mikrobiyal gübrelerin verim ve verim öğelerine etkisi

*The effects of organic and microbial fertilizers on yield and yield components of some cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars under Harran Plain conditions*

Cevher İlhan CEVHERİ^{1*}, Ahmet YILMAZ¹, Vedat BEYYAVAŞ¹

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa-Türkiye

To cite this article:

Cevheri, C.İ., Yılmaz, A. & Beyyavaş, V. (2021). Harran Ovası koşullarında yetiştirilen bazı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşitlerine uygulanan organik ve mikrobiyal gübrelerin verim ve verim öğelerine etkisi . Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 53-64.
DOI:10.29050/harranziraat.737298

Address for Correspondence:
Cevher İlhan CEVHERİ
e-mail:
icevheri@harran.edu.tr

Received Date:
14.05.2020
Accepted Date:
17.12.2020

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



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

Öz

Çalışma, 2014 ve 2015 yıllarında, farklı organik ve mikrobiyal gübre uygulamalarının bazı pamuk çeşitlerinde verim ve verim unsurlarına etkisini belirlemek amacıyla, Harran Ovasında organik tarım koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada, organik çiftlik gübresi (2000 kg ha⁻¹), güvercin gübresi (1000 kg ha⁻¹) ve organik gübre mikrobiyal gübre (100 cc.100 l⁻¹ su) karışımları uygulanmıştır. Çalışmada ST-468, BA-119 ve Candia pamuk çeşitleri, bitki materyali olarak kullanılmıştır. Deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel özelliklerden; bitki boyu (cm), odun dalı (adet bitki⁻¹), meyve dalı (adet bitki⁻¹), bitki başına koza sayısı (adet bitki⁻¹) ve kütlü pamuk verimi (kg ha⁻¹) kriterleri incelenmiştir. Çalışmada, kütlü pamuk veriminin 2014 yılında, çeşitlere göre 3313.8-3490.7 kg ha⁻¹ 2015 yılında ise, 4389.0-4705.7 kg ha⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. Organik ve mikrobiyal gübre uygulamalarına göre kütlü pamuk veriminin, 2014 yılında 1879.6-4346.0 kg ha⁻¹, 2015 yılında ise 3661.1-5231.5 kg ha⁻¹ arasında değiştiği ve özellikle mikrobiyal gübrenin verim ve verim komponentleri üzerine önemli düzeyde etkisinin olduğu saptanmıştır. Çalışmada, BA-119 çeşidi ile güvercin gübresi+mikrobiyal gübre uygulamasının en yüksek verimi sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik tarım, Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), Mikrobiyal gübre, Verim, Verim unsurları

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of different organic and microbial fertilizer applications on yield and yield components of some cotton varieties under organic farming conditions in the Harran Plain during 2014 and 2015 growing seasons. Organic cattle manure (2000 kg ha⁻¹), pigeon manure (1000 kg ha⁻¹) and microbial fertilizer (100 cc.100 l⁻¹ water) were applied to the cotton varieties in the study. ST-468, BA-119 and Candia cotton varieties were used as plant material. The experimental design was arranged according to complete block design with split plots as four replications. Plant characteristics determined in the study were; plant height (cm), number of monopodial branches per plant, number of sympodial branches per plant, number of bolls per plant and seed cotton yield (kg ha⁻¹). The seed cotton yield of varieties ranged between 3313.8 and 3490.7 kg ha⁻¹ in 2014 and between 4389.0 and 4705.7 kg ha⁻¹ in 2015. The seed cotton yield in organic and microbial fertilizer applications varied between 1879.6 and 4346.0 kg ha⁻¹ in 2014 and between 3661.1 and 5231.5 kg ha⁻¹ in 2015, and microbial fertilizer treatment had a significant effect on yield and yield components. The results indicated that the BA-119 variety has the highest yield with pigeon manure + microbial fertilizer application.

Key Words: Organic farming, Cotton (*Gossypium hirsutum* L.), Microbial fertilizer, Yield, Yield components

Giriş

Pamuk bitkisi; elde edilen liflerinin tekstil sanayisinde işlenmesi sonucu, çırçırılarak lif pamuk, eğrilerek iplik, dokunarak kumaş, nihai aşama olan giysi haline getirilerek katma değeri yüksek bir ürün olması ve sağlık yönünden giyim sektöründe üstün özellikler taşıması nedeniyle, tekstil sanayisinde dünyanın en önemli lif bitkisi olmasını sağlamıştır.

Pamuk tarımı Türkiye'nin sosyo-ekonomik yapısına çok önemli katkı sağlamaktadır (Özkan ve Çopur, 2018). Pamuk tarımı sonucu tarıma dayalı sanayi ve tekstil sektörü gelişme göstermektedir. Özellikle pamuk mamul maddesine yönelik iplik, dokuma, boya ve konfeksiyon işletmelerinin kurulması ülkemiz ve bölgelerin istihdam imkanlarının sağlanması, katma değer artışı, ihracatın artışı ve sonuçta ekonomik büyümenin sağlanması anlamına gelmektedir.

Türkiye üretiminden daha fazla lif tüketen bir ülke olarak, dünyada Çin'in ardından en fazla pamuk ithal eden ikinci ülke konumundadır (Anonim, 2013). Bu durum, pamuk ithalatı yönünden Amerika Birleşik Devletleri ve Yunanistan gibi bazı ülkelere bağımlılık oluşturmaktadır (Güvercin, 2018).

Ülkemiz için önemli bir ürün olan pamuğun üretim potansiyelinin artışında, yüksek verim yeteneğine sahip genetik potansiyeli iyi olan çeşitlerin yetiştirilmesinin yanında, yetiştirme koşullarının optimize edilmesi de önem taşıyan diğer bir faktördür (Toklu, 2017). Optimum yetiştirme koşullarının sağlanmasında, verim artışı ve kalitenin yükseltilmesinde alternatif bir üretim şekli olan, organik pamuk tarımı önerilmektedir.

Organik lifler, geleneksel liflerden çok daha fazla zaman, emek, maliyet değeri, bakım ve özel tarım faaliyetleri gerektirir. Organik tarım mevzuatı sonucu üretilen lifler, kumaşı güvenli hale getirmek için yeterli değildir, çünkü terbiye işlemleri bazı ek toksik etkilere neden olabilir. Bu nedenle, tüm üretimin çevresel ve sosyal yönlerini içeren Küresel Organik Tekstil Standardı (GOTS) son zamanlarda kabul edilmiştir (Uygur, 2016).

Organik tarım, doğal kaynakların aşırı tüketimi,

tarımsal girdilerin yoğun kullanımı sonucu oluşan olumsuzlukları ortadan kaldırmak için, uygulamaya başlanan bir tarımsal üretim yöntemidir.

Dünya organik pamuk verileri dikkate alındığında; 2019 yılı verilerine göre dünyada 182.876 çiftçi faaliyette bulunmuş, 356.131 ha alanda ekim yapılmış, 180.871 milyon balya organik pamuk lif üretimi gerçekleştirilmiştir. 2019 verilerine göre dünyada üretilen toplam pamuğun %7'si organik pamuktur. Dünyada en fazla organik pamuk üretimi yapan ülkeler; Hindistan (%47), Çin (%21), Kırgızistan (%12), Türkiye (%6), Tacikistan (%5), ABD (%3) ve Tanzanya (%3)'dür. Türkiye'de 2019 istatistiksel verilere göre organik pamuk sektöründe 266 çiftçi, 5418 ha alanda, 11652 balya lif üretimi yapmıştır. Aynı dönemde Türkiye dünya organik lif pamuğunun %6.4'ünü ulusal pamuğun %1'ini organik olarak üretmiştir (Anonim, 2020).

Organik pamuk üretiminde amaç sağlıklı lif ve lif ürünleri üretme yanında çevrenin, biyolojik çeşitliliğin, toprağın ve çevrenin korunması yanında tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanmasıdır. Sürdürülebilirlik, toplumun ekonomik, sosyal, kurumsal ve çevresel yönlerinin sürekliliği ile ilgili sistemik bir kavramdır (Curteza, 2012).

Günümüzde sürdürülebilirlik kapsamında "Yeşil Tekstiller", "Organik Tekstiller", "Ekolojik Tekstiller", "Ekolojik Tasarım", "Çevre İçin Tasarım", "Sürdürülebilir Tasarım (Design for Sustainability-D4S)" "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi- YDD (Life Cycle Assessment- LCA)", gibi birçok kavram ortaya atılmıştır (İşmal, Yıldırım, 2012).

Organik pamuk ve organik pamuktan yapılan tekstil ürünleri çevreye ve insana duyarlı bir üretim sürecinden geçmektedir, bu nedenle organik tarım geleneksel üretime göre çevreye, ekonomiye ve sosyal gelişmeye olumlu katkı sağlayan bir üretim biçimidir (Kalkancı, 2017).

Ülkemiz ve bölgemiz ekonomisinin gelişimine katkı sağlayacağı bilinen pamuk üretiminde, miktar artışından ziyade nitelik, sürdürülebilir tarım bilincinin oluşmasını sağlayan organik pamuk tarımının bölgede uygulanmasına yönelik, yardımcı ve yol gösterici ve organik tarım alanındaki bilimsel çalışmalara rehber olacak bilgi birikimini sağlamak

büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma, organik pamuk tarımında kullanılacak, farklı organik ve mikrobiyal gübre uygulamalarının bazı pamuk çeşitlerinde verim ve verim unsurlarına etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2014 ve 2015 yıllarında, Harran Üniversitesi, Akçakale Meslek Yüksekokulu organik deneme alanında yürütülmüştür. Çalışmada, bölgede yaygın olarak yetiştirilen Stonoville 468 (ST 468), BA 119 ve Candia tescilli pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşitleri bitki materyali olarak kullanılmıştır.

Denemede gübre materyali olarak; katı organik çiftlik gübresi, organik güvercin gübresi, mikrobiyal gübre (*Bacillus subtilis* ve *Paenibacillus azotofixans*) kullanılmıştır. Denemede kullanılan gübrelerin özellikleri şöyledir;

Biofarm Gübresi (Organik Çiftlik gübresi): Yapılan analizlerde; organik madde oranı % 50, toplam azot (N) % 2, organik azot (N) % 1.6, toplam fosfor (P_2O_5) % 2, suda çözünür potasyum (K_2O) % 2, maksimum nem % 20, C/N 9-12, PH aralığı 7-8 olarak saptanmıştır (Anonim, 2016a).

Organik Güvercin Gübresi; Çalışmada kullanılan güvercin gübresinin, %25 organik madde, %6.24 toplam azot, %1.19 fosfor (P_2O_5) ve %1.61 potasyum (K_2O) içerdiği belirlenmiştir. Kullanılan organik güvercin gübresi taze olmayıp, bekletme sonucu doğal olarak yanmış kabul edilen gübredir (Anonim, 2016b).

BM Cotton Plus (Karışım Mikrobiyal Gübre): BM-Cotton Plus, birçok bitki besin elementinin etkinliğini artırarak bitki gelişimini hızlandırmakta ve verim üzerine etki etmektedir. Bu mikrobiyal gübrede iki bakteri bulunmaktadır. Bunlar; *Bacillus subtilis* ve *Paenibacillus azotofixans*'tır (Anonim, 2016c).

Deneme alanı toprak özelliklerine baktığımızda; killi tınlı yapıya sahip olup 2014 ve 2015 yılı toprak analiz ortalamalarına göre su ile doygunluk oranı %66, toplam tuz oranı %1.04 kireç oranı (%) 26.35, organik madde oranı %1.11 ve toprak reaksiyonu

pH:7.60 olup biraz alkali yapıya sahip topraklardır (Anonim, 2016b).

Ana değişken olan organik gübre uygulamaları, Biofarm (katı çiftlik gübresi), güvercin gübresi, Biofarm+mikrobiyal gübre, güvercin gübresi+mikrobiyal gübre ve kontrol olmak üzere 5 farklı şekilde ele alınmıştır. Denemede farklı organik gübreler saf ve karışım halinde aşağıdaki şekilde uygulanmıştır;

1. **Çiftlik gübresi (Biofarm gübre),** deneme alanına 2000 kg ha^{-1} dozunda, ekimden bir ay önce uygulanmıştır. Burada amaç ekimden önce organik gübrelerin toprağa karışımını sağlamak ve ekim aşamasında gübre yayışlılığını artırmaktır. Üst gübre uygulaması yapılmamıştır.
2. **Güvercin gübresi,** deneme alanına 1000 kg ha^{-1} dozunda ekimden bir ay önce uygulanmıştır. Üst gübre uygulaması yapılmamıştır.
3. **Çiftlik gübresi (Biofarm gübre) + mikrobiyal gübre,** çiftlik gübresi (Biofarm gübre) deneme alanına 1000 kg ha^{-1} dozunda ekimden bir ay önce toprağa taban gübresi olarak uygulanmıştır. Ayrıca, üst gübre olarak BM-Cotton Plus (mikrobiyal gübre) hektar başına, 10 litre mikrobiyal gübre 1000 litre su ($10 \text{ lt}/100 \text{ lt su}$) ölçüsünde seyreltilmiş şekilde uygulanmıştır. Mikrobiyal gübre hazırlanan bakteri solüsyonu akşama doğru veya güneş ışığının yoğun olmadığı bir günde pamuk bitkilerine tüm yüzeyi kaplayacak şekilde püskürtülmüştür. Mikrobiyal gübre 10-15 gün ara ile 3 kez uygulanmıştır.
4. **Güvercin gübresi + mikrobiyal gübre,** güvercin gübresi deneme alanına 500 kg ha^{-1} dozunda ekimden bir ay önce toprağa taban gübre olarak uygulanmıştır. Ayrıca, üst gübre olarak BM-Cotton Plus (mikrobiyal gübre) hektar başına, 10 litre ürün 1000 litre su ($10 \text{ lt}/100 \text{ lt su}$) ölçüsünde seyreltilmiş şekilde üst gübre olarak uygulanmıştır. Mikrobiyal gübre hazırlanan bakteri solüsyonu akşama doğru veya güneş ışığının yoğun olmadığı bir günde pamuk bitkilerine tüm yüzeyi kaplayacak şekilde püskürtülmüştür.

Mikrobiyal gübre 10-15 gün ara ile 3 kez uygulanmıştır.

5. Kontrol (Kontrol parsellerine hiçbir gübre uygulanmamıştır).

Pamuk yetiştirme dönemi olan Nisan-Ekim ayları arasında 2014, 2015 ve uzun yıllar iklim verilerine göre, ortalama sıcaklığın 2014 yılı Nisan ayında 18.3 °C, Temmuz ayında 31.5 °C ve 2015 yılı Nisan ayında 15.5 °C, Temmuz ayında 32.2 °C olmuştur. En yüksek sıcaklık 2014 yılı Nisan ayında 26.1 °C, Temmuz ayında 40.2 °C ve 2015 yılı Nisan ayında 23.0 °C, Temmuz ayında 40.7 °C olmuştur. En düşük sıcaklığın 2014 yılı Nisan ayında 11 °C, Temmuz ayında 22.6 °C ve 2015 yılı Nisan ayında 8.5 °C, Temmuz ayında 23.1 °C olduğu saptanmıştır (Anonim, 2016d).

Denemeler, daha önce üç yıl organik soya, pamuk ve buğday yetiştirilen, organik tarım mevzuatına uygun olan alanda, kurulmuştur. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme, ana parsellere çeşitler, alt parsellere organik gübre uygulamaları gelecek şekilde, her alt parsel 4 sıradan oluşturulmuş, parsel uzunluğu 12 m, parsel genişliği 2.8 m, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 20 cm olarak, düzenlenmiştir. Her bir parsel ve bloklar arasında da 3 m boşluk bırakılmıştır.

Ekime hazır hale getirilen deneme alanına 1.5 kg da⁻¹ havsız tohum gelecek şekilde, 2014 yılında 5 Mayıs ve 2015 yılında ise 28 Nisan tarihinde, mibzerle ekim yapılmıştır. Ekimden sonra her parselden 3 lateral boru geçecek şekilde damla sulama sistemi döşenmiş ve çıkışın sağlanması amacıyla sulama uygulanmıştır.

Denemenin yürütüldüğü 2014 ve 2015 yıllarında, yabancı otlarla mücadele ve kaymak tabakası kırma amacıyla her yıl 2 kez traktör ve 8 kez el çapası uygulanmıştır. Ekimden sonra, bitkiler 3-4 yapraklı oldukları dönemde seyreltme ve bir hafta sonra da tekleme yapılmıştır. Deneme organik tarım mevzuatına uygun olarak, yabancı otlara karşı herhangi bir herbisit kullanılmamıştır.

Pamuğun yetiştirme süresi boyunca; yaprak biti (*Aphis gossypii*), Trips (*Trips tabaci*), yaprak piresi (*Empoasca* spp.), kırmızı örümcek (*Tetranychus*

spp.), beyaz sinek (*Bemisia tabaci*) ve yeşil kurt (*Heliothis armigera*) zararlılarına karşı, organik tarım mevzuatına uygun ilaçlar kullanılmıştır. Bu amaçla, zararlı yoğunluğuna göre, arap sabunu (3 kg 100 l⁻¹ su) ve ispirto (600 g 100 l⁻¹ su) karışımı ile uygulama yapılmıştır. Ayrıca, yaprak biti, trips, beyazsinek ve kırmızı örümceğe karşı, zararlı yoğunluğuna göre Neem ağacından elde edilen Neemazal (*Azadirachta indica*) 300 cc 100 l⁻¹ su dozunda üç kez, günün serin saatlerinde, bütün bitki yüzeyini kaplayacak şekilde uygulanmıştır.

Denemede ilk sulamaya, 2014 yılında ekimden 40 gün sonra, 2015 yılında ekimden 38 gün sonra başlanılmış ve sezon boyunca toplam 9 kez sulama yapılmıştır. Hasat, her iki yılda da elle yapılmış ve iki defada tamamlanmıştır. Birinci el hasada kozaların yaklaşık %60'ının açıldığı devrede başlanmıştır. 2014 yılında birinci el hasadı 25.09.2014 tarihinde, ikinci el hasadı ise 09.10.2014 tarihinde, 2015 yılında ise birinci el hasadı 20.09.2015 tarihinde ve ikinci el hasadı ise 05.10.2015 tarihlerinde tamamlanmıştır. Çalışmada bitki boyu (cm), odun dalı sayısı (adet bitki⁻¹), meyve dalı sayısı (adet bitki⁻¹), bitki başına koza sayısı (adet bitki⁻¹), kütlü pamuk verimi (kg ha⁻¹), kriterleri incelenmiştir. İncelenen özelliklerden elde edilen veriler Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre, 2014 ve 2015 yılları ayrı ayrı olarak JMP 7.0.1 paket programında, varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli farklılık saptanan ortalamalar LSD (%5) testine göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Bitki boyu

Varyans analiz sonucuna göre bitki boyu yönünden, çeşitler arasında her iki deneme yılında da önemli düzeyde (0.01) bir farklılığın olduğu, gübre uygulamalarının ve çeşitorganik gübre uygulamaları etkilerinin ise, her iki deneme yılında da önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Farklı pamuk çeşitlerinde organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı pamuk çeşitlerine organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Table 1. Average values and groups formed the plant height obtained as a result of applying organic and microbial fertilizers to different cotton varieties

Gübre uygulamaları Fertilizer applications	2014				2015			
	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.
	St-468	BA-119	Candia		St-468	BA-119	Candia	
1	81.87	79.40	77.85	79.70	87.30	94.35	72.02	84.55
2	80.17	83.35	78.45	80.65	85.72	95.70	77.80	86.40
3	78.05	82.95	73.20	78.06	82.65	91.15	73.67	82.49
4	78.10	85.05	72.85	78.66	92.65	89.00	76.92	86.18
5	76.90	79.37	68.88	75.05	90.77	83.90	71.45	82.04
Ort.	79.02a*	82.02a	74.24b	78.42	87.81b	90.82a	74.37c	84.33
LSD (%5)	3.55 (Çeşit/Cultivars)				1.60 (Çeşit/Cultivars)			

1. Biofarm Gübresi (Büyük Baş Hayvan Gübresi), 2. Güvercin Gübresi, 3. Biofarm Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 4. Güvercin Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 5. Kontrol. *Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD (%5)'e göre önemli farklılık yoktur.

1. Biofarm Fertilizer (Cattle Fertilizer), 2. Pigeon Fertilizer, 3. Biofarm Fertilizer + Microbial Fertilizer, 4. Pigeon Fertilizer + Microbial Fertilizer, 5. Control. *According to LSD(5%) there is not significant difference between the means of the same letter group.

Çizelge 1'de, 2014 yılında, çeşitlere göre elde edilen bitki boyu ortalamasının 78.42 cm olduğu; uygulanan organik gübrelere göre ortalama olarak bitki boyları 75.05 cm (kontrol) ile 80.65 cm (Güvercin gübresi) arasında değiştiği görülmektedir. Çeşit x organik gübre interaksiyonunun önemsiz olması, çeşitlerin bitki boylarının organik gübre uygulamalarından etkilenmediği; en düşük bitki boyunun Candia çeşidi ve kontrol uygulamasından (68.88 cm), en yüksek bitki boyu ise BA 119 çeşidine Güvercin gübresi+Mikrobiyal gübre (85.05 cm) uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Aynı Çizelgeden, 2015 yılında, çeşitlere göre elde edilen bitki boyu ortalamasının 84.33 cm olduğu; organik gübre uygulamaları sonucu elde edilen bitki boylarının 82.04 cm (kontrol) ile 86.40 cm (Güvercin gübresi) arasında değiştiği izlenebilmektedir. Çeşitxorganik gübre interaksiyonunun önemsiz olması çeşitlerin bitki boylarının organik gübre uygulamalarına göre değişmediği; en düşük bitki boyunun Candia çeşidi kontrol uygulamasından (71.45 cm), en yüksek bitki boyu ise BA 119 çeşidine ait Güvercin gübresi (95.70 cm) uygulamasından elde edildiği görülmüştür. Genel olarak, bitki boyu artışında Güvercin gübresi+Mikrobiyal gübre kombinasyonu önemli bir etken olduğu söylenebilir. Çalışmada, kontrol parseline göre, uygulanan bütün gübreler bitki boyunu artırmıştır. Bulgularımız Kumari ve Subbaramamma (2006)'nın azot, fosfor ve potasyumla beraber % 25 veya % 50 organik çiftlik

gübresi uygulamasının bitkilerde bitki boyunu arttırdığı yönündeki bulguları; Ali ve ark. (2009)'nın pamuk bitkisinde tavuk gübresi uygulamasının bitki boyunu arttırdığı yönündeki bulguları ile uyum içinde olduğu görülmüştür. Shah ve ark. (2012)'nin bio-pestisit ve organik gübrelerin bitki boyuna olumlu anlamda etkide bulunduğu yönündeki bulguları; Akyol (2013)'un sıvı hayvan gübresinin üst gübre olarak kullanıldığı çalışmada diğer gübre uygulamalarına göre bitki boyunda pozitif anlamda artış sağladığı yönündeki bulguları bizim bulgularımız ile uyum içindedir. Organik pamuk üretim yöntemi konusundaki metodumuz, Harish ve ark. (2019)'nın mikrobiyal gübrelerin sürdürülebilir bitki hastalık yönetimi ve ürün kalitesinin artırılması yönünden bulguları ile uyum içinde olduğu görülmüştür. İncelenen literatürler arasında bulgularımıza ters düşen bir sonuca rastlanılmamıştır.

Odun dalı sayısı

Varyans analiz sonucuna göre; çeşitler arasında, odun dalı sayısı yönünden her iki deneme yılında da önemli düzeyde (0.01) bir farklılığın olduğu, 2014 yılında uygulanan organik ve mikrobiyal gübrelerin odun dalı sayısında (0.01) düzeyinde önemli bir farklılık oluşturduğu, 2015 yılında ise önemli bir farklılığın olmadığı, çeşit ile organik gübre uygulamaları arasında 2014 yılı verileri yönünden önemli düzeyde (0.01) bir farklılığın olduğu ve 2015 yılında ise önemli düzeyde bir etkileşimin (interaksiyon) olmadığı belirlenmiştir.

Farklı pamuk çeşitlerinde organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen odun dalı

sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı pamuk çeşitlerine organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen odun dalı sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Table 2. Average values and groups formed the monopodial branches obtained as a result of applying organic and microbial fertilizers to different cotton varieties

Gübre uygulamaları Fertilizer applications	2014				2015			
	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.
	St-468	BA-119	Candia		St-468	BA-119	Candia	
1	2.24d*	2.69bc	2.28d	2.40	3.04	2.61	3.70	3.12
2	2.88ab	2.43cd	3.08a	2.79	2.85	2.88	3.40	3.04
3	2.43cd	1.21f	2.83ab	2.15	2.66	3.06	3.83	3.18
4	2.33d	1.60e	2.28d	2.07	2.60	2.81	3.84	3.08
5	2.19d	1.78e	1.75e	1.90	3.03	3.05	3.56	3.22
Ort.	2.41	1.94	2.44	2.26	2.84b	2.88b	3.67a	3.13
LSD (%5)	0.1 (Çeşit/Cultivars), 0.20 (Gübre/Fertilizer), 0.35 (Çeşit*Gübre/Cultivars*Fertilizer)				0.32 (Çeşit/Cultivars)			

1. Biofarm Gübresi (Büyük Baş Hayvan Gübresi), 2. Güvercin Gübresi, 3. Biofarm Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 4. Güvercin Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 5. Kontrol, *Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD (%5)’e göre önemli farklılık yoktur.

1. Biofarm Fertilizer (Cattle Fertilizer), 2. Pigeon Fertilizer, 3. Biofarm Fertilizer + Microbial Fertilizer, 4. Pigeon Fertilizer + Microbial Fertilizer. 5. Control. According to LSD(5%) there is not significant difference between the means of the same letter group.

Çizelge 2’den 2014 yılında, Çeşit x organik gübre interaksiyonunun önemli olması çeşitlerin odun dalı sayılarının organik gübre uygulamalarına göre değiştiğini göstermektedir. En düşük odun dalı sayısı BA 119 çeşidinin Biofarm gübresi + Mikrobiyal gübre uygulamasından (1.21 adet bitki⁻¹), en yüksek odun dalı sayısı ise Candia çeşidine Güvercin gübresi uygulamasından (3.08 adet bitki⁻¹) elde edildiği görülmüştür.

Aynı çizelgeden 2015 yılında, çeşitlere göre elde edilen odun dalı sayısı ortalamasının 3.13 adet bitki⁻¹ olduğu; uygulanan organik gübrelere göre ortalama odun dalı sayıları 3.04 (adet bitki⁻¹) (Güvercin gübresi) ve 3.22 (adet bitki⁻¹) (kontrol) arasında değiştiği izlenebilmektedir. Çeşit x organik gübre interaksiyonunun önemsiz olması çeşitlerin odun dalı sayılarının organik gübre uygulamalarına göre değişmediğini göstermektedir. En düşük odun dalı sayısının ST 468 çeşidinin Güvercin gübresi + Mikrobiyal gübre parselinden (2.60 adet bitki⁻¹), en yüksek ise Candia çeşidine Güvercin gübresi + Mikrobiyal gübre (3.84 adet bitki⁻¹) uygulamasından elde edildiği görülmüştür. Bulgularımız, Shah ve ark. (2012)’nin bio-pestisit ve organik gübrelerin odun dalı sayısına (adet bitki⁻¹) olumlu anlamda etkide

bulunduğu; Akyol (2013)’un sıvı hayvan gübresinin üst gübre olarak kullanıldığı çalışmasında diğer gübre uygulamalarına göre odun dalında pozitif anlamda artış sağladığı yönündeki bulguları, kendi bulgularımız ile uyum içindedir. Ayrıca İmriz ve ark. (2014)’nin rizobakterilerin bitki gelişmesini olumlu yönde etkilediği yönündeki olumlu bulguları; organik büyük baş hayvan gübresi kullandığımız ve olumlu sonuç aldığımız çalışmamız ile uyum içinde olmuştur.

Meyve dalı sayısı (adet bitki⁻¹)

Varyans analiz sonucuna göre; çeşitler arasında, meyve dalı sayısı yönünden 2014 yılında önemli bir farklılığın olmadığı, fakat 2015 yılında önemli düzeyde (0.01) bir farklılığın olduğu, 2014 yılında uygulanan organik ve mikrobiyal gübrelerin meyve dalı sayısında (0.01) düzeyinde önemli bir farklılık oluşturduğu, 2015 yılında ise önemli bir farklılığın olmadığı, çeşit ile organik gübre uygulamaları arasında 2014 ve 2015 yılında ise önemli düzeyde bir etkileşimin (interaksiyon) olmadığı belirlenmiştir. Farklı pamuk çeşitlerinde organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen meyve dalı sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı pamuk çeşitlerine organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen meyve dalına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Table 3. Average values and groups formed the sympodial branches obtained as a result of applying organic and microbial fertilizers to different cotton varieties

Gübre uygulamaları Fertilizer applications	2014				2015			
	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.
	St-468	BA-119	Candia		St-468	BA-119	Candia	
1	13.55	12.99	12.76	13.10a*	10.43	11.45	9.98	10.62
2	12.51	13.51	13.36	13.13a	10.13	11.95	10.40	10.82
3	10.13	12.15	11.72	11.34b	9.10	11.63	9.80	10.17
4	11.50	12.05	12.68	12.08ab	10.13	12.35	9.44	10.63
5	10.03	11.62	11.82	11.16b	10.81	11.96	9.85	10.87
Ort.	11.55	12.46	12.47	12.16	10.12b	11.87a	9.89b	11.20
LSD (%5)	1.15 (Gübre/Fertilizer)				1.04 (Çeşit/Cultivars)			

1. Biofarm Gübresi (Büyük Baş Hayvan Gübresi), 2. Güvercin Gübresi, 3. Biofarm Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 4. Güvercin Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 5. Kontrol. *Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD (%5)'e göre önemli farklılık yoktur.

1. Biofarm Fertilizer (Cattle Fertilizer), 2. Pigeon Fertilizer, 3. Biofarm Fertilizer + Microbial Fertilizer, 4. Pigeon Fertilizer + Microbial Fertilizer, 5. Control. According to LSD(5%) there is not significant difference between the means of the same letter group.

Çizelge 3'ten 2014 yılında, çeşitlere göre elde edilen meyve dalı sayısı ortalamasının 12.6 (adet/bitki) olduğu; organik gübre uygulamalarına göre ortalama meyve dalı sayıları 11.16 (adet bitki⁻¹) (kontrol) ile 13.13 (adet bitki⁻¹) (Güvercin gübresi) arasında değiştiği izlenebilmektedir. Çeşit x organik gübre interaksiyonunun önemsiz olması çeşitlerin meyve dalı sayılarının organik gübre uygulamalarına göre değişmediği; en düşük meyve dalı sayısının ST 468 çeşidinin kontrol parselinde (10.03 adet bitki⁻¹) ve en yüksek ise ST 468 çeşidine Biofarm gübre uygulamasından (13.55 adet bitki⁻¹) elde edildiği görülmüştür.

Çizelge 3'ten 2015 yılında, çeşitlere göre elde edilen meyve dalı sayısı ortalamasının 11.20 (adet bitki⁻¹) olduğu; organik gübre uygulamalarına göre ortalama meyve dalı sayıları 10.17 adet bitki⁻¹ (Biofarm gübresi + Mikrobiyal gübre) ve 10.87 adet bitki⁻¹ (kontrol) arasında değiştiği izlenebilmektedir. Çeşit x organik gübre interaksiyonunun önemsiz olması çeşitlerin meyve dalı sayılarının organik gübre uygulamalarından etkilenmediği; en düşük meyve dalı sayısının ST 468 çeşidinin Biofarm gübresi + Mikrobiyal gübre uygulamasından (9.10 adet bitki⁻¹) ve en yüksek meyve dalı sayısının ise BA 119 çeşidine Güvercin gübresi + Mikrobiyal gübre uygulamasından (12.35 adet bitki⁻¹) elde edildiği görülmüştür.

Yapmış olduğumuz çeşitli gözlemlerde, verimli bir pamuk tarımı ve kaliteli lif için meyve dallarının çok sayıda ve kısa olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Meyve dalı sayısı (adet bitki⁻¹) çeşidin

genetik yapısına, tarımsal uygulamalar ve çevre koşullarına bağlı olarak genellikle 11 ile 20 arasında değiştiği gözlemlenmiştir.

Denemede çeşitlere, kullanılan organik gübrelere ve çeşit ile organik gübre interaksiyonlarına bakıldığında meyve dalı sayının yıllara göre ortalamasının; 2014 yılında 12.16 (adet bitki⁻¹) ve 2015 yılında 11.20 (adet bitki⁻¹) olduğu ve bu değerlerin normal değerler arasında olduğu görülmektedir. İki yılın ortalama değerlerine bakıldığında Biofarm gübresi ve Güvercin gübresi uygulamalarının, Biofarm gübresi + Mikrobiyal gübre, Güvercin gübresi + Mikrobiyal gübre ve kontrol parsellerine göre daha fazla meyve teşekkülü sağladığı, bunun nedeninin, sadece Biofarm gübresinin uygulandığı parsellerde alt boğumlardan itibaren meyve dalı teşekkülünün olduğu gözlemlerle sabittir.

Bulgularımız, Kumari ve Subbaramamma (2006)'nın azot, fosfor ve potasyumla beraber % 25 veya % 50 organik çiftlik gübresi uygulamasının; bitkilerde meyve dalı sayısını arttırdığı; Ali ve ark. (2009)'nın çiftlik gübresi ve tavuk gübresi uygulamalarının meyve dalı sayısını arttırdığı; Shah ve ark. (2012)'nin bio-pestisitlerin ve organik gübrelerin meyve dalı sayısında artış gösterdiği; Akyol (2013)'un sıvı hayvan gübresinin üst gübre olarak kullanımı sonucu meyve dalı sayısında artış olduğu yönündeki bulguları ile uyum içinde olduğu görülmüştür.

Bitki başına koza sayısı (adet bitki⁻¹)

Varyans analiz sonucuna göre; çeşitler arasında, bitki başına koza sayısı yönünden 2014 ve 2015 yıllarında önemli düzeyde (0.01) bir farklılığın olduğu, 2014 ve 2015 yıllarında uygulanan organik ve mikrobiyal gübrelerin bitki başına koza sayısında (0.01) düzeyinde önemli bir farklılık oluşturduğu,

çeşit ile organik gübre uygulamaları arasında 2014 ve 2015 yılında ise önemli düzeyde bir etkileşimin (interaksiyon) olduğu belirlenmiştir. Farklı pamuk çeşitlerinde organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen bitki başına koza sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Farklı pamuk çeşitlerine organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen bitki başına koza sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Table 4. Average values and groups formed the boll number obtained as a result of applying organic and microbial fertilizers to different cotton varieties

Gübre uyg. F.A.	2014				2015			
	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.
	St-468	BA-119	Candia		St-468	BA-119	Candia	
1	33.65a*	31.60ab	29.93bc	31.73	27.09de	34.99a	29.39cd	30.48
2	26.25d	29.79bc	30.16b	28.73	24.90ef	33.55ab	29.85cd	29.43
3	22.08e	26.60cd	30.07b	26.25	29.90cd	32.40abc	29.94cd	30.75
4	20.00ef	22.32e	29.59bcd	23.97	34.18ab	30.84bc	32.19abc	32.40
5	16.74f	17.79f	29.04bcd	21.19	21.36g	22.04fg	21.13g	21.51
Ort.	23.74	25.62	29.76	26.37	27.48	30.76	28.50	28.91
LSD (%5)	1.72 (Çeşit/Cultivars), 1.94 (Gübre/Fertilizer), 3.32 (Çeşit*Gübre/Cultivars*Fertilizer)				0.82 (Çeşit/Cultivars), 2.03 (Gübre/Fertilizer), 3.52 (Çeşit*Gübre/Cultivars*Fertilizer)			

1. Biofarm Gübresi (Büyük Baş Hayvan Gübresi), 2. Güvercin Gübresi, 3. Biofarm Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 4. Güvercin Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 5. Kontrol. * Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD (%5)'e göre önemli farklılık yoktur.

1. Biofarm Fertilizer (Cattle Fertilizer), 2. Pigeon Fertilizer, 3. Biofarm Fertilizer + Microbial Fertilizer, 4. Pigeon Fertilizer + Microbial Fertilizer, 5. Control. According to LSD(5%) there is not significant difference between the means of the same letter group. F.A.: Fertilizer Applications.

Çizelge 4'ten 2014 yılında, çeşitlere göre elde edilen bitki başına koza sayısı ortalamasının 26.37 (adetbitki⁻¹) olduğu; organik gübre uygulamalarına göre ortalama bitki başına koza sayılarının 21.19 (adet bitki⁻¹) (kontrol) ile 31.73 (adet bitki⁻¹) (Biofarm gübresi) arasında değiştiği izlenebilmektedir. Çeşit x organik gübre interaksiyonun önemli olması çeşitlerin bitki başına koza sayılarının organik gübre uygulamalarına göre değiştiği; en düşük bitki başına koza sayısının ST 468 çeşidinin kontrol parselinde (16.74 adet bitki⁻¹), en yüksek ise ST 468 çeşidine Biofarm gübresi uygulamasından (33.65 adet bitki⁻¹) elde edildiği görülmüştür.

Çizelge 4'ten 2015 yılında, çeşitlere göre elde edilen bitki başına koza sayısı ortalamasının 28.91 (adet bitki⁻¹) olduğu; organik gübre uygulamasına göre ortalama bitki başına koza sayılarının 21.51 (adet bitki⁻¹) (kontrol) ve 32.40 (adet bitki⁻¹) (Güvercin gübresi + Mikrobiyal gübre) arasında değiştiği izlenebilmektedir. Çeşit x organik gübre interaksiyonun önemli olması bitki başına koza sayılarının organik gübre uygulamalarına göre

değiştiği; en düşük bitki başına koza sayısının Candia çeşidinin kontrol parselinde (21.13 adet bitki⁻¹), en yüksek ise BA 119 çeşidine Biofarm gübresi uygulamasından (34.99 adet bitki⁻¹) elde edildiği görülmüştür.

Kumari ve Subbaramamma (2006)'nın azot, fosfor ve potasyumla beraber % 25 veya % 50 organik çiftlik gübresi uygulamasının; bitkilerde bitki başına koza sayısını arttırdığı; Yao ve ark (2006)'nın *Bacillus subtilis* bakterisinin bitki için organik bağlı fosfor enzimlerini aktif hale getirerek, kök sisteminin gelişmesi için etkili olan fosforu harekete geçirdiği ve bunun da bitkide verim üzerine olumlu etkide bulunduğu; Shah ve ark. (2012)'nin bio-pestisitlerin ve organik gübrelerin bitki başına koza sayısında artışa sebep olduğu; Gençsoylu (2016)'nun organik madde içeren gübrelerle yaptıkları çalışmada, bitki başına koza sayısı en yüksek değerde elde edildiği; Tarhan (2017)'nin humik asit uygulamasının bitki başına koza sayısında istatistikî olarak önemli etkide bulunduğu; Daşkın (2019)'ın organik gübre dozunun artması bitki başına koza sayısını

artırdığına ilişkin bulguları, bizim bulgularımız ile uyum içinde olduğu görülmüştür. Bizim bulgularımıza göre büyük baş hayvan gübresi ve hayvan gübresi + bacillus bakteri karışımı bitki başına koza sayısında bir artışa sebep olduğu görülmüştür.

Bulgularımız, Kıvılcım ve ark. (2010)'nın organik çiftlik gübresinin verim yönünden diğer organik gübreler ve konvansiyonel uygulamalarla aynı grupta yer aldığını ve bitki başına koza sayısında önemli bir etkisinin olmadığı yönündeki bulguları ile çelişki içerisindedir. Adı geçen araştırmacıların büyükbaş hayvan gübresinin koza sayısına etkide bulunmaması ve diğer gübrelere göre farklılık göstermemesi bulgusu; hayvanların beslenme şekilleri, ekolojik faktörler, çevresel faktörler ve gübrelerin fermantasyon koşullarından kaynaklanmış olabilir.

Kütlü pamuk verimi ($kg ha^{-1}$)

Varyans analiz sonucuna göre; çeşitler arasında, kütlü pamuk verimi yönünden 2014 yılında önemli bir farklılığın olmadığı, fakat 2015 yılında önemli düzeyde (0.05) bir farklılığın olduğu, 2014 ve 2015 yıllarında uygulanan organik ve mikrobiyal gübrelerin kütlü pamuk veriminde (0.01) düzeyinde önemli bir farklılık oluşturduğu, çeşit ile organik gübre uygulamaları arasında 2014 ve 2015 yılında ise önemli düzeyde bir etkileşimin (0.01) (interaksiyon) olduğu belirlenmiştir. Farklı pamuk çeşitlerinde organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen kütlü pamuk verimine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Farklı pamuk çeşitlerine organik ve mikrobiyal gübre uygulanması sonucu elde edilen kütlü pamuk verimine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar.

Table 5. Average values and groups formed the seed cotton yield obtained as a result of applying organic and microbial fertilizers to different cotton varieties

G.U. F.A.	2014				2015			
	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.	Çeşitler/Cultivars			Ort. Aver.
	St-468	BA-119	Candia		St-468	BA-119	Candia	
1	3788.7b	4687.8a	4561.7a	4346.0	4693.5cd	4543.de	4358.7ef	4532.0
2	3069.5d	3623.9bc	3751.7b	3367.6	4799.9cd	4688.5d	4557.1de	4681.8
3	3148.2cd	3311.3cd	3477.8bd	3637.9	4667.1de	5006.7bc	4588.7de	4754.1
4	3450.6bcd	3774.5b	3688.7bc	3481.7	4745.8cd	5827.3a	5121.5b	5231.5
5	2118.5e	1547.0f	1973.5ef	1879.6	4198.3f	3462.1g	3322.9g	3661.1
Ort. Aver.	3313.8	3388.9	3490.7	3397.8	4620.9	4705.7	4389.8	4572.1
LSD (%5)	24.64 (Gübre/Fertilizer), 42.68 (Çeşit*Gübre/Cultivars*Fertilizer)				23.23 (Çeşit/Cultivars), 18.22 (Gübre/Fertilizer), 31.55 (Çeşit*Gübre/Cultivars*Fertilizer)			

1. Biofarm Gübresi (Büyük Baş Hayvan Gübresi), 2. Güvercin Gübresi, 3. Biofarm Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 4. Güvercin Gübresi + Mikrobiyal Gübre, 5. Kontrol. * Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD (%5)'e göre önemli farklılık yoktur. G.U.: Gübre Uygulamaları.

1. Biofarm Fertilizer (Cattle Fertilizer), 2. Pigeon Fertilizer, 3. Biofarm Fertilizer + Microbial Fertilizer, 4. Pigeon Fertilizer + Microbial Fertilizer, 5. Control. According to LSD(5%) there is not significant difference between the means of the same letter group. F.A.: Fertilizer Applications.

Çizelge 5'ten 2014 yılında, çeşitlere göre elde edilen kütlü pamuk verimi ortalamasının 3397.8 $kg ha^{-1}$ olduğu; organik gübre uygulamalarına göre ortalama kütlü pamuk verimlerinin 1879.6 $kg ha^{-1}$ (kontrol) ile 4346.0 $kg ha^{-1}$ (Biofarm gübresi) arasında değiştiği izlenebilmektedir. Çeşit x organik gübre interaksiyonunun önemli olması çeşitlerin kütlü pamuk verimlerinin organik gübre uygulamalarına göre değiştiği; en düşük kütlü pamuk veriminin BA 119 çeşidinin kontrol parselinden (1547.0 $kg ha^{-1}$), en yüksek ise BA 119 çeşidine Biofarm gübresi (4687.8 $kg ha^{-1}$) uygulamasından elde edildiği görülmüştür.

Çizelge 5'ten 2015 yılında, çeşitlere göre elde edilen kütlü pamuk verimleri ortalamasının 4572.1 $kg ha^{-1}$ olduğu; organik gübre uygulamaları sonucu elde edilen kütlü pamuk verimlerinin 3661.1 $kg ha^{-1}$ (kontrol) ile 5231.5 $kg ha^{-1}$ (Güvercin gübresi + Mikrobiyal gübre) arasında değiştiği izlenebilmektedir. Çeşit x organik gübre interaksiyonunun önemli olması çeşitlerin kütlü pamuk verimlerinin organik gübre uygulamalarına göre değiştiği; en düşük kütlü pamuk veriminin Candia çeşidinin kontrol parselinden (3323.0 $kg ha^{-1}$), en yüksek ise BA 119 çeşidine Güvercin gübresi + Mikrobiyal gübre uygulamasından (5827.3 $kg ha^{-1}$)

elde edildiği görülmüştür.

Bu bulgulara göre; en yüksek organik kütlü pamuk verimleri her iki yılda da BA 119 x Biofarm gübresi (4687.8 kg ha⁻¹) ve BA 119 x (Güvercin gübresi+Mikrobiyal gübre) (5827.3 kg ha⁻¹) kombinasyonunda elde edilmiştir. Sonuçlarda görüldüğü gibi Biofarm ve Güvercin gübresinin Mikrobiyal gübre ile karışımı sonucu diğer organik gübre uygulamalarına göre birim alandan daha çok ürün elde edilmesine yardımcı olmuştur. Bunun genetik ve çevresel boyutları vardır. Genetik olarak çeşitlerin verimli olmaları ve ortama uyum göstermeleri önemli ve istenen bir karakterdir. Fakat kullanılan organik ve mikrobiyal (PGPR) gübrelerin, toprağı iyileştirmesi, mikrobiyolojik etkinliği artırması, toprakta ve bitki çevresinde bulunan hastalık ve zararlı etkinliğini azaltması, verimin artışında önemli bir parametredir.

Bulgularımız; Gardener (2004)'in *Bacillus* bakterilerin tarımsal üretimde ürün artışına direkt etkide bulunduğu; Çakmakçı (2005)'nin rizobakterilerin (PGPR) verimliliği arttırdığı; Yao ve ark. (2006)'nin *Bacillus subtilis* bakterisinin bitki için organik bağlı fosfor enzimlerini aktif hale getirerek, kök sisteminin gelişmesi için etkili olan fosforu harekete geçirdiği ve bunun da bitkide verim üzerine olumlu yansıdığı; Akyol (2013)'un pamuk yetiştiriciliğinde sıvı hayvan gübresinin üst gübre olarak kullanılabileceğini ve bunun sonucunda lif veriminde artış sağlandığı şeklindeki bulguları; Kotan (2014)'in serbest azot fikseri, hormon, aminoasit ve organik asit üreten bakterilerden oluşan Bm-Coton Plus uygulaması ile pamukta % 100'lere varan verim artışının; Lopez ve ark. (2014)'nin organik pamuk üretimi çalışmasında en yüksek kütlü veriminin 8 ton ha⁻¹ sığır gübresi dozundan elde edildiğini ve büyükbaş hayvan gübresi dozunun artışı ile verimin arttığı yönündeki bulguları; Allavo ve ark. (2015)'nin pamuğa bitki gelişimini teşvik edici bakterilerinden olan *Bacillus* bakterisini kompost gübresi ile karıştırarak, bu bakterilerin kompost gübreleme ile karşılaştırıldığında %39 daha fazla verim artışı sağladığı; Tarhan (2017)'nin Humik asit uygulamalarının pamukta kütlü pamuk verimine

(kg ha⁻¹) istatistikî olarak önemli etkide bulunduğu; Daşkın (2019)'nin organik gübre dozunun artmasının kütlü pamuk verimini arttırdığı; Wang ve ark. (2020)'nin toprak bakterileri ve aktinomisetlerin (flament yapan, birçok yönleri ile bakterilere bazı yönleriyle mantarlara benzeyen, sülfür granüllerine sahip ve gram pozitif bakteriler) bolluğunun önemli ölçüde arttığı ve bunun sonucunda verimde artış sağlandığı yönündeki bulguları ile uyum içinde olduğu görülmüştür. Fakat bulgularımız, Kumar ve ark. (2017)'nin büyükbaş hayvan gübresi, güneş keneviri, solucan gübresi, neem ağacı kabuğu ve yeşil gübrenin ekimden önce toprağı karışımı sonucunda kütlü pamuk verimine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, en yüksek kütlü pamuk veriminin çiftlik gübresine kıyasla neem ağacı kabuğu gübresi sonucu elde edildiği şeklindeki bulguları ile zıtlık göstermiştir. Çiftlik gübresi uygulamasının neem ağacı kabuğu gübresine göre kütlü pamuk veriminde düşük çıkması beklenmeyen bir durumdur. Bu durum çevresel faktörler ve çiftlik gübresinin yarayışlı olma formunun düşük olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Sonuç

Araştırmadan elde edilen veriler ışığında, incelenen verim ve verim komponenti değerleri, göz önüne alındığında; BA 119 çeşidinin birinci sırada yer aldığı, bunu sırası ile Candia ve ST 468 çeşitlerinin takip ettiği söylenebilir. Organik gübre uygulamalarına göre; Biofarm gübresi ve Güvercin gübresi + Mikrobiyal gübre uygulamaları pamukta verim ve kalite farklılığına neden olmuştur. Bu bilgi ve değerler ışığında; Harran Ovası organik Tarım koşullarında, sürdürülebilir tarım, çevrenin korunması ve üretim girdilerinin azaltılarak, üreticinin daha çok gelir elde edebilmesi için organik pamuk tarımının uygulanabileceği; toprak biyolojisi, birim alandan verim artışı, ürün kalitesi, pazarlama yönünden, üretici, bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlayabileceği görüşündeyiz.

Ekler

Bu çalışma 14089 nolu HÜBAK projesi olup ‘Harran Ovası Organik Üretim Koşullarında Organik ve Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Pamuk Çeşitlerinde (*Gossypium hirsutum* L.) Tarımsal ve Lif Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi’ konulu doktora tezinden alınmıştır.

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

Yazar Katkısı: Cevher İlhan CEVHERİ çalışmayı tasarlayarak denemeleri kurmuş, Cevher İlhan CEVHERİ ve Ahmet YILMAZ çalışmayı birlikte yürütmüş, Vedat BEYYAVAŞ verileri analiz etmiş, Cevher İlhan CEVHERİ, Ahmet YILMAZ ve Vedat BEYYAVAŞ makale ile ilgili literatür taraması yapmış ve makaleyi yazmışlardır.

Kaynaklar

- Akyol, N. (2013). *Sıvı hayvan gübresinin pamuk tarımında üst gübre olarak kullanılabilirliği ve uygun doz araştırması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın.
- Ali, M. M., Jasim, A. A., & Hameed, R. M. (2009). Response of some cotton *Gossypium hirsutum* L. properties to the tillage systems and fertilizers. *Diyala Agricultural Sciences Journal*, 1(1). 150-161.
- Allavo, T. B. C., Boukari, S., Fayalo, D. G., & Bochow, H. (2015). Cotton fertilization using PGPR *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 and compost: Impact on insect density and cotton yield in North Benin, West Africa. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1). 1063829. DOI:<https://doi.org/10.1080/23311932.2015.1063829>
- Anonim (2013). Aydın Ticaret Borsası, yıllık pamuk raporu. Aydın. <https://aydinticaretborsasi.org.tr/yonetim/pdf/3172017104535u.pdf>
- Anonim (2016a). Biofarm Humus Organik Gübre. <https://www.camli.com.tr/urun/biofarm-humus-organik-gubre-25->
- Anonim (2016b). GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak Analiz Laboratuvarı.
- Anonim (2016c). Bm Coton Plus Mikrobiyal Gübre. www.mikrobiyoloji.org.
- Anonim (2016d). Meteoroloji Genel Müdürlüğü Aylık ve Yıllık Meteorolojik veriler. www.meteor.gov.tr. 2016.
- Anonim (2020). Textile Exchange Organic Cotton Round Tablo. <https://store.textileexchange.org/wpcontent/upload>

- [s/woocommerce_uploads/2019/11/Textile-Exchange_Organic-Cotton-MarketReport_2019_2.pdf](https://store.textileexchange.org/wpcontent/upload/s/woocommerce_uploads/2019/11/Textile-Exchange_Organic-Cotton-MarketReport_2019_2.pdf)
- Curteza, A. (2011). Sustainable textiles. *In Radar* 2(1).19-21.
- Çakmakçı, R. (2005). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 97-107.
- Daşkın, S. (2019). *Pamukta (Gossypium hirsutum L.) farklı dozlarda uygulanan organik gübrenin verim ve lif kalitesine etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Diyarbakır.
- Gardener, B.B. (2004). Ecology of *Bacillus* and *Paenibacillus* spp. in agricultural systems. *Phytopathology*, 94(11), 1252-1258.
- Gençsoylu, İ. (2016). Effect of seaweeds and organic foliar fertilizers on the cotton pests, predators, yield and fiber quality in cotton. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 33-38.
- Güvercin, R. Ş. (2018). Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Genotiplerinin (Melezler ve Ebeveyle) Lif verimi ve Erkencilik Yönünden Elbistan Koşullarına Uyum Yetenekleri ve Korelasyon Katsayıları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 73-87.
- Harish, S., Parthasarathy, S., Durgadevi, D., Anandhi, K., & Raguchander, T. (2019). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria: Harnessing Its Potential for Sustainable Plant Disease Management. *In Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Agricultural Sustainability* 151-187.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M. N., Yakışır, E., & Okur, O. (2014). Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 12(2), 1-19.
- İşmal, Ö. E., & Yıldırım, L. (2012). Tekstil tasarımında çevre dostu yaklaşımlar. *Akdeniz Sanat Dergisi*, 5(8), 9-13.
- Kalkancı, M. (2017). Sürdürülebilir tekstil üretiminde “Organik Pamuk” ve önemi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2(3), 14-23.
- Kıvılcım, M. N., Erdogan, O., Bozbek, T., Sezener, V., Özkan, İ., Erdal, Ü., ... & Güler, A. (2010). Büyük Menderes Havzasında Organik Pamuk Üretim Olanaklarının Araştırılması. *In Organik Tarım Araştırma Sonuçları*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. 145-152.
- Kotan, R., 2014. Çeşitli Bitkilerde Yapılan Mikrobiyal Gübre Uygulamalarının Verimin Yanısıra Bazı Moleküler Düzeyde Etkileri. *Mikrobiyal Gübre Çalıştayı Bildiri Kitabı*, (pp.19-27). 23-24 Ekim 2014, Kastamonu.
- Kumar, M. S., Bhojar, S. M., Deshmukh, P. W., Sathyanarayana, E., & Karangami, L. D. (2017). Yield and quality of rainfed cotton in response to organic manures under vertisol. *Plant Archives*, 17(1), 412-416.
- Kumari, S. R., & Subbaramamma, P. (2006). Effect of farm yard manure, chemical fertilizers and micronutrients on yield, economics and fibre properties of cotton. *Journal of Cotton Research and Development*, 20(1), 64-70.
- López-Martínez, J. D., Salazar-Sosa, E., Trejo-Escareño, H. I., García-Hernández, J. L., Navarro-Morones, M., & Vázquez-Vázquez, C. (2014). Cotton production with high sowing densities using organic

- fertilization. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*, 83(2), 237-242.
- Özkan, N., & Çopur, O. (2018). Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genotiplerinin çoklu dizi (line x tester) melezlerinde bazı lif özelliklerinin kalıtımı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(2), 236-247.
- Shah, M. S., Nidhi, V., & Rai, R. K. (2012). Effect of organic manures and bio-pesticides on cotton yield. *New Agriculturist*, 23(2), 145-148.
- Tarhan, M., (2017). *Humik Asidin Farklı Uygulamalarının Pamukta Verim Besin Maddesi Alınımı ve Lif Kalite Özelliklerine Etkisi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi). Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Toklu, P. (2017). Pamukta (*G. hirsutum* L.) Farklı priming uygulamalarının çimlenme ve fide gelişim özellikleri üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3), 343-356.
- Uygur, A. (2016). The Future of Organic Fibres. *European Journal of Sustainable Development and Research*, 2(1), 164.
- Wang, N., Nan, H. Y., & Feng, K. Y. (2020). Effects of reduced chemical fertilizer with organic fertilizer application on soil microbial biomass, enzyme activity and cotton yield. *Ying Yong Sheng tai xue bao= The Journal of Applied Ecology*, 31(1), 173-181.
- Yao, A. V., Bochow, H., Karimov, S., Boturov, U., Sanginboy, S., & Sharipov, A. K. (2006). Effect of FZB 24® *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 39(4), 323-328.



Liquorice (*Glycyrrhiza glabra*): Production of instant soluble microcapsules

Meyan (*Glycyrrhiza glabra*): Çözünebilir hazır toz üretimi

Bülent BAŞYİĞİT¹ , İbrahim HAYOĞLU^{1*} , Gülbahar AKYAR¹ , Sara BULUT¹ , Ömer Faruk GAMLI² ,
Ahmet Ferit ATASOY¹ 

¹Harran University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Şanlıurfa, Turkey

²Korkut Ata University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Osmaniye, Turkey

To cite this article:

Başyigit, B., Hayoğlu, İ., Akyar, G., Bulut, S. Gamli, Ö.F. & Atasoy, A.F. (2021). Liquorice (*Glycyrrhiza glabra*): Production of instant soluble microcapsules. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 65-71.
DOI:10.29050/harranziraat.771780

Address for Correspondence:
İbrahim HAYOĞLU
e-mail:
ihayoglu@harran.edu.tr

Received Date:
20.07.2020
Accepted Date:
05.11.2020

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



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

ABSTRACT

In this study, bioactive compounds were extracted from liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) and converted to instant form by the spray dryer. The four different feed emulsions were prepared with liquorice extract as core material, 12% maltodextrin (DE 18-20)/gum Arabic (MD/GA) combination as the coating material. The ratio of core to wall was 1:3. The MD and GA ratio significantly ($p<0.05$) affected on some parameters of final products. The encapsulation yield and efficiency were observed to vary between range of 46.30-64.11% and 98.15-98.62%, respectively. The encapsulation yield of the feed emulsion of FE₄ (MD/GA: 2.25/0.75) was the highest in comparison to the values for other feed emulsions. However, there were not find any significant differences between encapsulation entrapment of the feed emulsions ($p>0.05$). The highest total phenolic substances (7.02 mg GAE per g of sample) and antioxidant activity (60.15 mg TEAC per g of sample) were found in FE₁ (MD/GA: 0.75/2.25). This study proves the success of instant liquorice production using a spray drying technique.

Key Words: *Glycyrrhiza glabra*, Powder, Maltodextrin, Gum Arabic, Spray drying

ÖZ

Bu çalışmada meyan kökünden (*Glycyrrhiza glabra*) biyoaktif bileşikler ekstrakte edilmiş ve elde edilen ekstraktlar püskürtmeli kurutma tekniği ile toz forma dönüştürülmüştür. Kurutma yardım materyali olarak maltodekstrin (MD) ve gam arabikin (GA) farklı konsantrasyonları kullanılmıştır. Çekirdek materyalinin kaplama materyaline oranı 1:3 olarak ayarlanmış ve tüm denemelerde sabit tutulmuştur. Kullanılan duvar materyali konsantrasyonu elde edilen son ürünlerin bazı özellikleri üzerine istatistiksel olarak etki olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Enkapsülasyon verimi ve enkapsülasyon etkinliği sırasıyla 46.30-64.11% ve 98.15-98.62% arasında bulunmuştur. FE₄ (MD/GA: 2.25/0.75) emülsiyonunun kapsüllüme verimi diğer emülsiyonlar ile karşılaştırıldığında en yüksek bulunmuştur. Fakat farklı emülsiyonların enkapsülasyon etkinliği üzerine önemli derecede etkileri görülmemiştir ($p>0.05$). En yüksek toplam fenolik madde içeriği (7.02 mg GAE/g toz) ve antioksidan aktivite (60.15 mg TEAC/g toz) FE₁ (MD/GA: 0.75/2.25) emülsiyonunda bulunmuştur. Bu çalışma, püskürtmeli kurutma tekniği kullanarak hazır meyan kökü üretiminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Glycyrrhiza glabra*, Toz, Maltodekstrin, Gam Arabik, Püskürtmeli kurutma

Introduction

Liquorice '*Glycyrrhiza glabra*' belonging to *Fabaceae* is grown in tropical and subtropical regions (Vibha et al., 2009). There are more than

30 *Glycyrrhiza glabra* varieties in the region from the Mediterranean to the east of Europe. The used parts of the plant are roots (*Liquiritae radix*), and extracts (*Liquiritiae succus*) obtained from roots. Liquorice has been used as tea in the non-

alcoholic beverage industry throughout the world. Its extract contains about 500 different useful compounds such as antioxidants, saponin, isoflavone. Therefore, it is consumed widely and also used in the treatment of diseases. Liquorice is evaluated as an enrichment material in different food products and a considerable ingredient of pharmaceutical and cosmetics (Hayoğlu et al., 2017; Tung et al., 2016; Wang et al., 2015).

Liquorice tea is produced by traditional methods and consumed daily. It is served in tea bags containing its root or prepared traditionally and consumed. However, its shelf life is too short. Additionally, it has also a problem that is unpractical like instant coffee. The instant products produced by proper techniques do not exert the aforementioned shortcomings. Spray drying is generally used to produce instant products. It is cheaper than freeze-drying (Moreau and Rosenberg, 1996). Other advantages are low cost, easy handling, preservation of volatile and aroma substances stability (Reineccius, 2004). Previous data regarding the microencapsulation of sour cherry juice (Garofulić et al., 2017) was reported. Similarly, liquorice root extract can be converted to instant form by spray drying technique. Maximum microencapsulation yield (MY), microencapsulation efficiency (ME), and flowing property were determined in emulsion prepared by using 100% maltodextrin as a wall material in our previous study conducted for finding the optimum ratio of gum Arabic to maltodextrin (Başyigit and Hayoğlu, 2019). All properties of powders produced at the optimum point were investigated in this previous study. Additionally, the effect of gum Arabic and maltodextrin on all properties of liquorice powder is essential to discuss in detail. Therefore, we used a binary mix (except %100 maltodextrin) of maltodextrin (DE 18-20) (MD) and gum Arabic (GA) as encapsulating agent for the production of instant liquorice in this study and investigated the changes in Hausner ratio, colour values, water activity, solubility, moisture content, wettability, surface, and total phenolic content and antioxidant activity of final products.

Material and Methods

Materials and chemicals

Liquorice was obtained from a local grower in Şanlıurfa province of Turkey. After drying at ambient conditions for 7 days, it was used for further analysis. The coating materials (MD and GA) were obtained from Smart Chemistry (Izmir, Turkey). The remaining chemicals used in the analyses were purchased from Sigma and Merck (Darmstadt, Germany).

Extraction conditions for phenolics

A 100 ml glass beaker containing 5 gram liquorice and 50 mL water was incubated at 60 °C for 60 min. After centrifuging at 5000 rpm for 5 min, the extract was collected and stored at -18 °C for using in the further analysis (Başyigit and Hayoğlu, 2019).

0.5 g instant liquorice was mixed with 10 mL ethanol for surface phenolic analysis (Zhang et al., 2007), 10 ml water for total phenolic analysis (Içyer, 2012). These mixtures were incubated at ambient conditions for 4 min in a shaker. After centrifuging at 5000 rpm for 5 min, the extract was collected and stored at -18 °C for use in further analysis.

Microencapsulation of liquorice extract

Feed emulsion solid content was adjusted according to total soluble solid content (TSSC) of extract. The total soluble solids content, which was originally 4 g 100 ml⁻¹, was adjusted to 16 g 100 mL⁻¹ by adding MD and GA (Başyigit and Hayoğlu, 2019). The homogenization process was carried out for 5 min by Ultra-Turrax homogenizer (IKA-T18 Basic, Japan). Emulsions were fed as a 100 ml mixture for spray drying. The effects of the MD/GA ratio on the quality parameters of instant liquorice microcapsules were investigated. The concentrations of wall material are given in Table 1.

Microencapsulation was applied by a laboratory-type spray dryer (Buchi-B290, Flawil, Switzerland) with a division diameter of 16.5 cm and a division length of 60 cm. Conditions: air inlet temperature 140 °C, outlet temperature 93±3 °C, the pump speed 600 l h⁻¹, feeding rate 8 ml min⁻¹.

Table 1. The wall material concentrations

Feed Emulsion	TSSC/MD/GA (g/g/g)
FE ₁	1:0.75:2.25
FE ₂	1:0:3
FE ₃	1:1.5:1.5
FE ₄	1:2.25:0.75

TSSC: Total soluble solid content, MD: Maltodextrin, GA: Gum Arabic

Physiochemical properties of microcapsules

Microencapsulation yield and efficiency

MY (Çam et al., 2014) and ME (Içyer, 2012) were calculated depending on the following equations (Eq.1 and Eq.2):

$$MY (\%) = \frac{\text{the weight of final products (g)}}{\text{the weight of initial substanses (g)}} \times 100 \quad (1)$$

$$ME (\%) = \left(1 - \frac{\text{Phenolics on final products surface}}{\text{Total phenolic of final products}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Moisture and water activity

The moisture content was performed gravimetrically. The water activity was determined by using the HygroPalm AW1 water activity meter (Rotronic ag, Germany).

Wettability

The wettability of the products was made in accordance with Turchiuli et al. (2005) by measuring the time to disappear from the water surface using 1 g sample (100 ml, 20°C).

Solubility

The solubility of products was performed gravimetrically (Cano-Chauca et al., 2005). Boiling distilled water (50 mL) was mixed with the instant product (0.5 g). After the mixture was vortexed at ambient conditions, centrifuged at 4000 rpm for 5 min. The supernatant (25 mL) was added to a petri dish and kept at 70 °C for 24 hours. The following equation was used to determine the solubility (Eq.3).

$$\text{Solubility (\%)} = \frac{\{(m_2 - m_1) / m_3 \times S_1\}}{S_2} \times 100 \quad (3)$$

Where, m₁, m₂, m₃, S₁, and S₂ are the initial weight of the petri dish (g), the final weight of the petri dish (g), the weight of the product (g), the initial amount of water (mL), and the final amount of water added to the petri dish (mL), respectively.

Density

For the bulk and tapped density, 3 g instant liquorice was put inside the measuring cylinder (25 mL) and the cylinder was tapped until reached constant volume on a flat surface. The first volume and second volume were used to determine the bulk and tapped density respectively (Tatar et al., 2014). The bulk and tapped density were determined as g/mL by the following equation (Eq.4 and Eq.5):

$$\text{Bulk density } (\rho_B) = \frac{\text{Products mass}}{\text{Volume of products}} \quad (4)$$

$$\text{Tapped density } (\rho_T) = \frac{\text{Products mass}}{\text{Final volume of products}} \quad (5)$$

Hausner Ratio

Hausner ratio (Turchiuli et al., 2005) was calculated by the formula below (Eq.6):

$$\text{Hausner ratio (HR)} = \frac{\rho_T}{\rho_B} \quad (6)$$

Where, ρ_T and ρ_B are the tapped density and the bulk density, respectively.

Surface and total phenolic contents

Surface and total phenolic content of final products were estimated spectrophotometrically using the Folin-Ciocalteu assay in accordance with Singleton et al. (1999).

ABTS radical scavenging activity of instant liquorice

ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging activity of products was made according to Dai et al. (2010).

Colour analysis

The colour difference has measured with Colour Quest XE colorimeter (Reston, VA, USA) in accordance with Toğrul and Hayoğlu (2020). The CIE L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness), C (chroma), and h° (hue angle) values were determined.

Statistical analysis

Analyses were made in two parallel and three replications. The obtained values were subjected

to variance analysis (ANOVA) using the SPSS 22.0 package program and evaluated at the significance level of $p < 0.05$ according to the Tukey HSD test.

Results and Discussion

Encapsulation yield

The MY is presented in Table 2. The microencapsulation yield of FE₂, FE₁, FE₃, and FE₄ was 42.30, 56.90, 60.96, and 64.11%,

respectively. All feed emulsion was found more than 50% except FE₂. It is critical that the microencapsulation yield for effective drying is greater than 50% (Bhandari et al., 1997). The encapsulation yield determined was different than those by reported (Raisin juice) Papadakis et al. (2006), and (Pomegranate juice) Vardin and Yaşar (2012). These authors indicated that there were positive correlations between encapsulation yield and the amount of wall material.

Table 2. Effects of wall concentration on yield, efficiency, moisture content, Hausner ratio, water activity, solubility and wettability of final product

Feed Emulsion	Yield (%)	Efficiency (%)	Moisture content (%)	Water activity	Hausner ratio	Solubility (%)	Wettability (s)
FE ₁	56.60	98.55±0.36 ^a	2.09±0.01 ^a	0.21±0.01 ^a	1.53±0.01 ^a	99.40±0.01 ^b	212±3.54 ^a
FE ₂	42.30	98.37±0.03 ^a	1.47±0.01 ^d	0.16±0.01 ^b	1.40±0.01 ^d	98.69±0.01 ^d	234±10.61 ^a
FE ₃	60.96	98.30±0.04 ^a	1.74±0.02 ^b	0.20±0.01 ^a	1.50±0.01 ^b	99.22±0.01 ^c	217±3.54 ^a
FE ₄	64.11	98.60±0.48 ^a	1.58±0.01 ^c	0.17±0.01 ^b	1.43±0.01 ^c	99.50±0.01 ^a	231±1.41 ^a

*The results are expressed as a mean ± standard deviation of three replicates. Different lowercase letters (^{a-d}) in the same column represent the differences among the means ($p < 0.05$)

Moisture content and water activity

Statistically significant differences ($p < 0.05$) were observed among the moisture content of feed emulsions (Table 2). As expected, there was also a significant difference ($p < 0.05$) among the water activity of final products. The differences could be attributed to the different emulsion viscosity (Premi and Sharma, 2017). When the MD in the emulsion is high, moisture content decreases (Nhu Quynh et al., 2016). The moisture content ranged between 1.47 and 2.09 % which was sufficiently necessary to make food powder microbiologically safe. The moisture content less than 5% is considered as the criteria for the instant product produced by spray drying. Therefore, the instant liquorice could have a long shelf life as microbiological and chemical degradation are difficult under 0.3 of water activity (Bicudo et al., 2015).

Hausner Ratio

The parameter plays an important role in the packaging and transport of the product. The lower the Hausner ratio the higher the flowability. The FE₂ exhibited the highest flowability, followed by FE₄ > FE₃ > FE₁ (Table 2). All samples showed

different flowability (week or too week) because of van der Waals and electrostatic forces core material (Tze et al., 2012).

Solubility and wettability

Solubility is an indication of the ability to form a solution or suspension in water for spray dried products (Bicudo et al., 2015). The FE₄ exhibited higher solubility compared to FE₁, FE₂, and FE₃. The solubility of products ranged from 98.69 to 99.50%. The results were more than those by reported Sanchez-Reinoso et al. (2017) while working on spray drying of cocoa aroma.

Wettability is known as the water absorption ability of encapsulated powder (Gaiani et al., 2007). The wettability values varied from 212 to 234 sec. The results were in agreement with Fernandes et al. (2013) while working with spray dried rosemary essential oil (155-481 sec).

Antioxidant activity, encapsulation efficiency, surface phenolic content and total phenolic content

Figure 1 shows the antioxidant activity measured by the ABTS method. The antioxidant activities were found to be in following order: FE₁

(60.15 mg TEAC g⁻¹) > FE₂ (56.54 mg TEAC g⁻¹) > FE₄ (51.48 mg TEAC g⁻¹) > FE₃ (50.13 mg TEAC g⁻¹). The same order was also observed for the total phenolic content of products (Figure 2). The total phenolic content of products was found to vary between ranges of 6.45-7.02 mg GAE g⁻¹. Due to the lack of information in the literature about liquorice encapsulation, we have compared the

results with those of other products. Previous studies on total phenolic content and antioxidant activity of different instant products such as pomegranate juice (8.80 mg GAE g⁻¹) (Miravet et al. 2016), *Mentha spicata* (81.12 mg GAE g⁻¹), and *Mentha piperita* (69.85 mg GAE g⁻¹) (Alaşalvar, 2017) and pomegranate juice (6.03 mg TEAC g⁻¹) (Miravet et al., 2016) were reported.

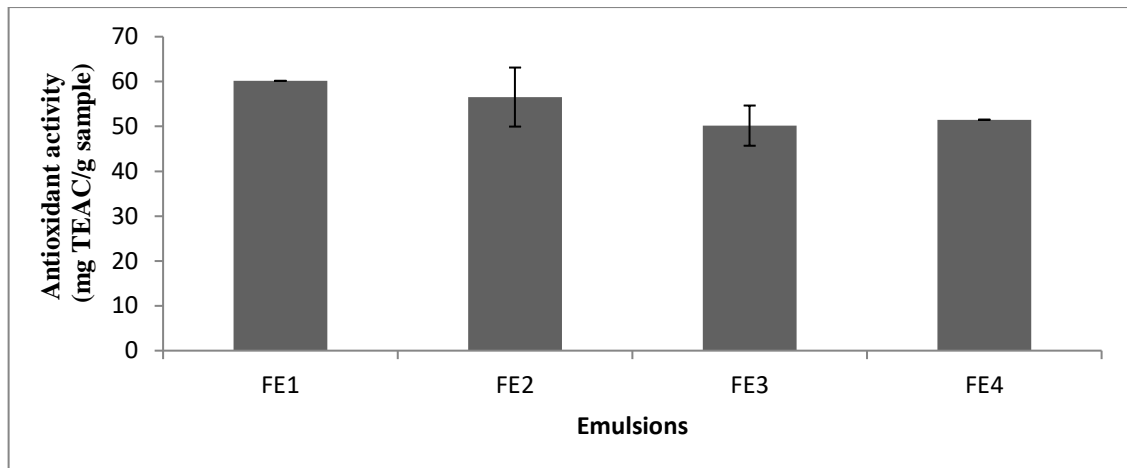


Figure 1. Antioxidant activity of final products

The lower the surface phenolic contents the higher efficiency and the higher stability. Encapsulation efficiency was not significantly ($p>0.05$) influenced with wall material concentration (Table 2). Because, liquorice contains starch and different gums. The

structures behaved like wall material and protected the bioactive compound. These results indicated that the surface phenolic content depends on not only wall material but also core material.

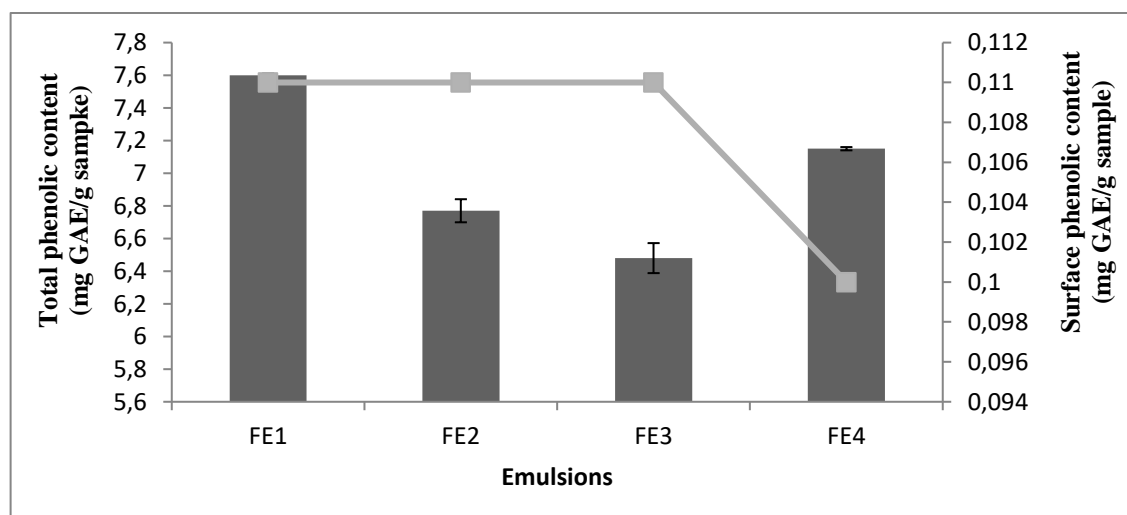


Figure 2. Total phenolic and surface phenolic content of final products
GAE: Gallic acid equivalent, TEAC: Trolox equivalent antioxidant activity

Colour

Lightness values and hue angle (more yellow) of FE₂ were significantly higher ($p<0.05$) than the other products (Table 3). On the other hand, the FE₄ had also lower redness (a^*). The decrease in

MD concentration leads to a reduction in redness, blueness, and Chroma for instant liquorice because of the white color of MD (Kang et al., 2019). The hue angle was higher in FE₂ than the others, indicating that FE₂ was less red compared to the

others. Furthermore, the lowest chroma was found for instant products obtained by formulation FE₂ with GA as wall material. The

results indicated that the wall material concentration and type were significant ($p<0.05$) on product colour.

Table 3. Effects of wall concentration on final product colour

Feed Emulsion	L*	a*	b*	Chroma	Hue angle
FE ₁	74.83±0.01 ^b	3.11±0.01 ^c	26.38±0.01 ^{bc}	26.75±0.27 ^{bc}	83.32±0.06 ^b
FE ₂	75.87±0.01 ^a	2.55±0.49 ^d	25.15±0.75 ^c	25.27±0.75 ^c	84.22±0.06 ^a
FE ₃	74.58±0.14 ^b	3.26±0.01 ^b	27.83±0.09 ^{ab}	28.02±0.09 ^{ab}	83.30±0.01 ^b
FE ₄	73.28±1.20 ^c	3.48±0.01 ^a	28.91±0.01 ^a	29.55±0.61 ^a	83.03±0.15 ^b

*The results are expressed as a mean ± standard deviation of three replicates. Different lowercase letters (^{a-d}) in the same column represent the differences among the means ($p<0.05$)

Conclusion

Liquorice extract has short shelf life resulting from a high microbial load and preparing its extract is not practical. However, instant liquorice showed that low moisture content (1.47-2.09 %) and water activity (below 0.3). Therefore, the products were microbiologically safe range. Preparation of instant liquorice such as instant coffee, tea is not taken time. Furthermore, instant liquorice can be produced using MD and GA. On the other hand, it could be produced by using different wall materials except for MD and GA and in the different spray drying conditions in future studies.

Acknowledgements

This work was financially supported by Harran University Scientific Research Projects Unit (Project Number: HUBAP- 17042).

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

Author Contribution: Bülent BAŞYİĞİT: Formal analysis, Conceptualization, Data curation, Investigation, Methodology, Software, Writing—original draft. İbrahim HAYOĞLU: Conceptualization, Data curation, Investigation, Project administration, Resources, Supervision, Writing – original draft, Writing— review & editing. Gülbahar AKYAR: Formal analysis, Investigation, Methodology. Sara BULUT: Formal analysis, Investigation, Methodology. Ömer Faruk GAMLI: Visualization, Writing – original draft. Ahmet Ferit ATASOY: Software, Writing – original draft.

References

- Alaşalvar, H. (2017): Production of iced tea from medical and aromatic mint species. MSc thesis (in Turkish), Turkey: Erciyes University.
- Basyigit, B., & Hayoglu, I. (2019). Liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) root sherbet (extract): Microencapsulation and storage stability. *Acta Alimentaria*, 48(1), 76-85.
- Bhandari, B. R., Datta, N., Crooks, R., Howes, T., & Rigby, S. (1997). A Semi-Empirical approach to optimize the quantity of drying aids required to spray dry sugar-rich foods. *Drying Technology*, 15(10), 2509-2525.
- Bicudo, M. O. P., Jó, J., Oliveira, G. A. D., Chaimsohn, F. P., Sierakowski, M. R., Freitas, R. A. D., & Ribani, R. H. (2015). Microencapsulation of juçara (*Euterpe edulis* M.) pulp by spray drying using different carriers and drying temperatures. *Drying Technology*, 33(2), 153-161.
- Çam, M., Hişil, Y., & Durmaz, G. (2009). Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry*, 112(3), 721-726.
- Çam, M., İçyer, N.C., & Erdoğan, F. (2014). Pomegranate peel phenolics: microencapsulation, storage stability and potential ingredient for functional food development. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 117-123.
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P. C., Ramos, A. M., Cal-Vidal, J. (2005). Effect of carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 420-428.
- Dai, J., Orsat, V., Vijaya Raghavan, G. S., & Yaylayan, V. (2010). Investigation of various factors for the extraction of peppermint (*Mentha piperita* L.) leaves. *Journal of Food Engineering*, 96(4), 540-543.
- Fernandes, R. V. D. B., Borges S.V., & Botrel D.A. (2013). Influence of spray drying operating conditions on microencapsulated rosemary essential oil properties. *Food Science and Technology International (Campinas)*, 33, 171-178.
- Gaiani, C., Scher, J., Ehrhardt, J.J., Linder, M., Schuck, P., Desobry, S., & Banon, S. (2007). Relationships between Dairy Powder surface composition and wetting properties during storage: importance of residual lipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(16), 6561-6567.

- Garofulić, I.E., Zorić, Z., Pedisić, S., & Dragović-Uzelac, V. (2017). Retention of Polyphenols in encapsulated sour cherry juice in dependence of drying temperature and wall material. *LWT-Food Science and Technology*, 83, 110-117.
- Hayoğlu, İ., Çelik, Ş., Türkoğlu, H., Başyığıt, B., & Ünver, N. (2017). Effects of licorice on some selected properties of ice cream. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 45(3), 365–370.
- Icyer, N.C. (2012). Extraction of pomegranate peel phenolics with water and microencapsulation of the extracts. MSc thesis (in Turkish), Turkey: Erciyes University.
- Kang, Y. R., Lee, Y. K., Kim, Y. J., & Chang, Y. H. (2019). Characterization and storage stability of chlorophylls microencapsulated in different combination of gum Arabic and maltodextrin. *Food Chemistry*, 272, 337-346.
- Miravet, G., Alacid, M., Obón, J. M., & Fernández-López, J. A. (2016). Spray-drying of pomegranate juice with prebiotic dietary fibre. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(3), 633-640.
- Moreau, D. L., & Rosenberg M. (1996). Oxidative stability of anhydrous microencapsulated whey proteins. *Journal of Food Science*, 61, 39-43.
- Nhu Quynh, N. T., Hai, T. C., Man, P. V., & Thanh, L. T. (2016). Effect of wall material on the property of Gac oil spray-dried powder. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6, 1-4.
- Papadakis, S. E., Gardeli, C., & Tzia, C. (2006). Spray drying of raisin juice concentrate. *Drying Technology*, 24(2), 173-180.
- Premi, M., & Sharma, H. K. (2017). Effect of different combinations of maltodextrin, gum arabic and whey protein concentrate on the encapsulation behavior and oxidative stability of spray dried drumstick (*Moringa oleifera*) oil. *International journal of biological macromolecules*, 105, 1232-1240.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolonization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Reineccius, G. A. (2004). The spray drying of food flavors. *Drying Technology*, 22, 1289-1324.
- Sanchez-Reinoso Z., Osorio C., & Herrera A. (2017). Effect of microencapsulation by spray drying on cocoa aroma compounds and physicochemical characterization of microencapsulates. *Powder Technology*, 318, 110-119.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, 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.
- Tatar, F., Tunç, M. T., Dervisoglu, M., Cekmecelioglu, D., & Kahyaoglu, T. (2014). Evaluation of hemicellulose as a coating material with gum Arabic for food microencapsulation. *Food Research International*, 57, 168-175.
- Toğrul, Ö. & Hayoğlu, İ. (2020). Yeni bir izotonik içecek olarak; nar, kızılcık ve karadut suları ile zenginleştirilmiş elma suyu üretim olanakları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 165-173.
- Tung, N. H., Tanaka, H., Tsujimura, A., Miyagawa, Y., & Wada, M. (2016). *In vitro* fertilization with mouse sperm activated by components of licorice root extract. *Natural Products Chemistry and Research*, 4 (217): 2.
- Turchiuli, C., Fuchs, M., Bohin, M., Cuvelier, E., Ordonnaud, C., Peyrat-Maillard, M. N., & Dumoulin, E. (2005). Oil encapsulation by spray drying and fluidised bed agglomeration. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 29–35.
- Tze, N. L., Han, C. P., Yusof, Y. A., Ling, C. N., Talib, R. A., Taip, F. S., & Aziz, M. G. (2012). Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. *Food Science and Biotechnology*, 21(3): 675-682.
- Vardin, H., & Yasar, M. (2012): Optimization of pomegranate (*Punica granatum* L.) juice spray drying as affected by temperature and maltodextrin content. *LWT-Food Science and Technology*, 47(1), 167-176.
- Vibha, J. B., Choudhary Singh, K. M., Rathore, M. S., & Shekhawat, N. S. (2009). Study on pharmacokinetics and therapeutic efficacy of *Glycyrrhiza glabra*: a miracle medicinal herb. *Botany Research International*, 2(3): 157-63.
- Wang, L., Yang, R., Yuan, B., Liu, Y., & Liu, C. (2015). The antiviral and antimicrobial activities of licorice, a widely-used Chinese herb. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 5(4), 310-315.
- Zhang, L., Mou, D., & Du, Y. J. (2007). Procyanidins: extraction and microencapsulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 2192-2197.



Zeytin yaprağı ilavesinin zeytinyağının bazı karakteristik özelliklerine etkisi

The effect of olive leaf addition on some characteristic properties of olive oil

Şerafettin ÇELİK^{1*}, Emine DOĞRU¹, Yasin YAKAR¹, Naciye ÜNVER¹

¹ Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Şanlıurfa Türkiye

To cite this article:

Çelik, Ş., Doğru, E., Yakar, Y. & Ünver, N. (2021). Zeytin yaprağı ilavesinin zeytinyağının bazı karakteristik özelliklerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 72-85.

DOI: 10.29050/harranziraat.744568

Address for Correspondence:

Şerafettin ÇELİK

e-mail:

scelik69@harran.edu.tr

Received Date:

28.05.2020

Accepted Date:

08.12.2020

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



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

ÖZ

Bu çalışmada, zeytin yaprağı ilavesinin Ayvalık çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağının bazı karakteristik özelliklerine etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, oda sıcaklığında 12 ay süre depolanan zeytinyağlarının serbest asitlik, peroksit değeri, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite, indüksiyon süresi, özgül absorbans, renk ve yağ asitleri kompozisyonu incelenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede kontrol grubu yağa oranla, yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağının ortalama serbest asitlik, peroksit değeri, L*, a* ve b* değerleri ile stearik asit, SFA (doymuş yağ asitleri) ve MUFA (tekli doymamış yağ asitleri) oranlarında önemli düzeyde azalma, fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite, indüksiyon süresi ile linoleik asit ve PUFA (çoklu doymamış yağ asitleri) oranlarında önemli düzeyde yükselme tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler ışığında, yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağının oda şartlarında en az 12 aylık süre ile oksidatif stabilitesini koruduğu, yaprak ilavesinin yağın oksidasyon stabilitesine olumlu katkı sağladığı, özellikle %4 (g/g) yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağının daha uzun süreyle oksidatif stabilitesini koruyacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Natürel zeytinyağı, Zeytin yaprağı, Peroksit değeri, Oksidatif stabilite, Yağ asitleri bileşimi

ABSTRACT

In this study, it was aimed to investigate the effect of olive leaf addition on some characteristic properties of virgin olive oil produced from Ayvalık variety. Forth is purpose, olive oils were analyzed for free acidity, peroxide value, total phenolics, antioxidant capacity, induction time, specific absorbance, color and fatty acid composition for 12 months storage at room temperature. As a result of the statistical evaluation, compared to the control group oil, the average free acidity, peroxide value, L *, a * and b * values and stearic acid, SFA and MUFA ratios of olive oils produced with the addition of leaves were significantly decreased; while a significant increase in the content of phenolic substance, antioxidant capacity, induction time, linoleic acid and PUFA ratios were determined. It was concluded that olive oil produced with the addition of leaves preserves its oxidative stability in the room conditions for at least 12 months, the addition of leaves positively contributes to the oxidative stability of the olive oil, and especially the olive oil produced with the addition of 4% (w/w) leaves will maintain the oxidative stability for a longer period of time.

Key Words: Olive oil, Olive leaf, Peroxide value, Storage stability, Fatty acid composition

Giriş

Zeytinyağı, fiziksel ve mekanik işlemler sonucu zeytin ağacı (*Olea europea* L.) meyvesinden elde

edilen, yeşilden sarıya doğru değişen renkte kendine özgü tat-koku ve aroması olan ve rafine edilmeden tüketilebilen bir yağdır (Anonim, 2017; Sakar ve Ünver, 2014). Zeytinyağı bileşiminde tekli

doymamış yağ asitleri dışında, düşük düzeyde bulunan ve yağın oksidasyon stabilitesi üzerinde olumlu etkisi olan α -tokoferol, fenolikler, klorofil ve karotenoidler bulunmaktadır (Carrasco-Pancorbo ve ark., 2005; Kesen, 2019; Reboredo-Rodriguez ve ark., 2017; Sahin, Sevgen, & Samli, 2019; Tarchoune ve ark., 2019).

Yağ ve yağlı gıdalar, hidroliz ve oksidasyon reaksiyonları sonucu bozulmakta ve parçalanma ürünleri olan serbest radikaller ürünün raf ömrünü kısaltmaktadır. Bu bağlamda, peroksit zincir reaksiyonlarını engelleme, serbest radikalleri yakalama ve stabilize etme yeteneğine sahip yapay antioksidanlar (BHA, BHT, TBHQ ve propil gallatlar gibi) kullanılmaktadır. Ancak, yapay antioksidanların tüketici sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle (Rahila ve ark., 2018), aromatik bitki ekstraktlarının doğal antioksidan amacıyla kullanımına ilgi giderek artmakta, zeytin yaprağı veya ekstraktlarının bu amaç doğrultusunda kullanımı ile ilgili çalışmalar giderek yoğunluk kazanmaktadır (Kiritsakis ve ark., 2017; Sonda ve ark., 2014; Tarchoune ve ark., 2019; Türkoğlu ve Kanık, 2014).

Zeytin yaprağının yüksek biyolojik aktiviteye sahip olduğu, fenolik madde içeriği ile antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu zeytin yaprağı ve ekstraktının içerdiği hidroksitirozol, kuersetin ve özellikle oleuropein bileşiklerinin yemeklik yağların oksidatif stabilitesini arttırdığı bildirilmiştir (Harp, 2011; Kiritsakis ve ark., 2017; Sevim, 2011; Sonda ve ark., 2014; Tarchoune ve ark., 2019). Yapılan çalışmalarda Gemlik, Domat, Adana topağı, Adana yerli (Harp, 2011) ve Şanlıurfa ilinde yetiştirilen Halhalı (Ünver, 2018) zeytin çeşitlerine ait zeytin yaprağı ekstraktlarının (100 ve 200 ppm) DPPH radikal tutma kapasitesinin ticari zeytin yaprağı ekstraktı ile benzerlik gösterdiği, BHT'den yüksek ve BHA ile benzer veya daha etkili olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle yağların raf ömrünü uzatmak amacıyla doğal bir katkı maddesi olarak zeytin yaprağı ekstraktının kullanılabilirliği ifade edilmiştir.

Akdeniz diyetinin temel yağ kaynağı olan zeytinyağı, antihipertansiyon, antiviral, antiinflamator, hipoglisemik, nöroprotektif ve

antikanser gibi tüketici sağlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğu, yüksek düzeyde içerdiği tekli doymamış yağ asitleri ile biyoaktif fitokimyasallar (fenolik bileşikler, tokoferoller, karotenoidler ve fosfolipitler gibi) ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda, zeytin ve zeytin yapraklarının Akdeniz ülkelerinde yıllardan beri halk tıbbında yaygın bir şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Bu nedenle, Dünya zeytinyağı tüketimi ve zeytin yaprağına olan ilgi giderek artmaktadır (Barbaro ve ark., 2014; Reboredo-Rodriguez ve ark., 2017; Talhaoui ve ark., 2018; Tarchoune ve ark., 2019).

Gereğinden fazla olgunlaşan zeytin meyvesinde oleuropein miktarının azalmasına bağlı olarak son üründe arzu edilmeyen düzeyde tat değişiminin görüldüğü, bu durumu telafi etmek üzere zeytinyağı üretiminde %2-3 oranında zeytin yaprağının meyvelere karıştırıldığı eskiden beri yapılan bir uygulama olduğu bildirilmektedir (Ranalli ve ark., 2006). Zeytin yapraklarının ucuz, etkili ve alternatif bir antioksidan olması nedeniyle yağ ve yağlı gıda ürünlerinin duyuşal ve besinsel niteliklerini korumada rol oynadığı ve gıdaların raf ömrünü artırmak amacıyla kullanılabilirliği ifade edilmektedir (Jemai ve ark., 2009; Schieber ve ark., 2001; Ünver, 2018). Yapılan çalışmalarda, zeytin yaprağı ve ekstraktının yağın fenolik madde miktarını yükselttiği, rafine zeytinyağının raf ömrünü uzattığı, potansiyel doğal antioksidan kaynağı olarak yapay antioksidanların ikamesinde kullanılabilirliği bildirilmektedir (Bouaziz ve ark., 2008; Bouaziz ve ark., 2008; Kiritsakis ve ark., 2017; Sahin ve ark., 2019). Aynı zamanda, hasat ile birlikte zeytin meyvesinin %10'u kadar meyve ile toplanan (Ferreira, Barros, Soares, Bastos, & Pereira, 2007) ve çoğunlukla değerlendirilemeyen yaprakların meyve ile birlikte değerlendirilmesi, çevre temizliğine ve bölge ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, zeytinyağının depolama/oksidasyon stabilitesi başta olmak üzere bazı karakteristik özellikleri üzerine etkisini tespit etmek amacıyla, farklı oranlarda Ayvalık çeşidi zeytin yaprakları kendi meyvesinden elde edilen zeytinyağı üretiminde kullanılmıştır.

Üretilen zeytinyağları 12 ay süre ile oda sıcaklığında depolanmış ve depolama periyodu boyunca zeytinyağının bazı karakteristik özelliklerinin değişimi incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Zeytinyağı üretiminde, Şanlıurfa ili şartlarında tarımı yapılan Ayvalık çeşidi zeytin meyvesi ile aynı çeşit zeytin ağacı yaprağı kullanılmıştır (Kasım 2017 hasat yılı).

Yöntem

Natürel zeytinyağı üretimi

Zeytinyağı üretiminde, geç hasat edilen (Aralık ayı) tamamen olgunlaşmış siyah ve nem oranı azalmış zeytin meyveleri (500 kg) kullanılmıştır. Zeytinyağı üretiminde, santrifüj yöntemi (3 fazlı) kullanılmıştır. Bu işlem için zeytin meyveleri yıkandıktan sonra çekiçli kırıcılarla kırılmış ve malaksöre alınarak yoğurma işlemi (<30 °C) gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada, zeytin hamurunun en fazla 1/3'ü oranında su (20 °C) ilave edilmiştir. Yağ, zeytin hamuru içinde akıcı hale gelene kadar (yaklaşık 45 dak) yoğurma işlemine devam edilmiştir. Bu işlemden sonra, yağlı hamur dekantöre alınarak karasu ve tortusundan uzaklaştırılmıştır. Daha sonra, yağ fazı seperatöre alınarak ılık su ile yıkanmış ve ince tortular uzaklaştırılarak zeytinyağı elde edilmiştir. Meyve ile birlikte hasat edilen zeytin yaprağı yıkandıktan sonra iki farklı oranda (%2 ve %4, g/g), kırma işlemi öncesinde meyve kitlesine ilave edilerek birlikte parçalanması sağlanmıştır. Zeytinyağı üretimi, Harran Üniversitesi Döner sermaye işletmesi Ebrulim Zeytinyağı İşletmesi'nde yapılmıştır.

Renkli (amber) şişelere (250 ml) ambalajlanan zeytinyağı örnekleri, oda sıcaklığında 12 ay süre ile depolanmış ve depolama periyodunun 1.gün, 3.ay, 6.ay, 9.ay ve 12.aylarında aşağıda yer alan analizler yapılmıştır.

Serbest asitlik tayini

Bu tayin Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Analiz Metotları Tebliğinde verilen yöntem

göre yapılmış, sonuçlar % oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonim, 2014).

Peroksit tayini

Bu işlem nişasta indikatörü varlığında yağa doymuş KI ilave edilmesi ve 0.1 N Na₂S₂O₃ ile titrasyonu sonucu hesaplanmıştır (Anonim, 2014).

Toplam fenolik madde tayini

Bunun için 2.5 g zeytinyağı 5 ml hekzanda çözülmüş, üzerine 5 ml metanol/su (60:40 v/v) ilavesi ile 2 dak çalkalandıktan sonra, hekzan ve metanol/su fazları birbirlerinden 3500 rpm 10 dak santrifüjleme ile ayrılmıştır. Metanolik fazdan 0.2 ml bir tüpe alınarak saf su ile 5 ml'ye tamamlanmış, daha sonra 0.5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilmiştir. Yaklaşık 3 dak sonra 1 ml sodyum karbonat çözeltisi (%35, w/v) tüpe ilave edilerek, karışım saf su ile 10 ml'ye seyreltilmiştir. Çözeltinin absorbansı 2 saat sonra şahit çözeltiliye karşı 725 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Standart olarak kafeik asit çözeltisi kullanılmıştır (Hrncirik & Fritsche, 2004).

Antioksidan kapasite tayini

Antioksidan kapasite, DPPH'nın (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil) nötrleştirilmesi işleminin spektrofotometrik olarak ölçülmesiyle saptanmıştır. Metanolde hazırlanan (100 µM) 1.9 ml DPPH çözeltisi, yağ örneğine eklenmesi sonucu elde edilen karışım 15 dak karanlıkta bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür (Jiang, Yamaguchi, Takamura, & Matoba, 2005).

Oksidatif stabilite ölçümü

Zeytinyağının hızlandırılmış şartlarda oksidatif stabilitesi, Ransimat 743 (Metrohm CH, Switzerland) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Oksidasyon ölçümü için 3.5 g yağ örneği cihaza alınmış ve 120 °C'de 20 L h⁻¹ hava akış hızında yağda oluşan uçucu bileşikler su içinde biriktirilerek suyun iletkenliği sürekli ölçülmüştür. İletkenlik eğrisinin büküldüğü nokta için geçen süre, indüksiyon süresi (saat) olarak kaydedilmiştir (Pullen & Saeed, 2012).

Renk tayini

Renk tayini için Hunter Lab Colourflex cihazı kullanılmıştır. Enstrümantal renk değerleri, CIE sisteminde belirtilen L* (parlaklık), a* (kırmızlık-yeşillik), b* (sarılık-mavilik) terimleri ile ifade edilmiştir.

Özgül absorbands tayini

Ultraviyole ışığında özgül absorbands tayini (A_{232} ve A_{270}) için yağ örnekleri, izooktan içinde çözdürüldükten sonra, yağın konjuge dien içeriği 270 nm (A_{270}), konjuge trien içeriği ise 232 nm (A_{232}) dalga boyunda Spektrofotometre cihazında okuma yapılmıştır (Anonim, 2014).

Yağ asitleri bileşimi tayini

Yağ asitleri bileşim analizi için Gaz Kromatografisi (Thermo Trace GC Ultra) kullanılmıştır (Anonim, 2014). İyi bir ayırım için fırın sıcaklık programı uygulanmıştır. Bu işlem, 90 °C'de 2 dak beklendikten sonra, 90 °C'dan 200 °C'ye dakikada 10 °C, 200 °C'den 230 °C'ye ise dakikada 3 °C artacak şekilde ulaşılmış ve bu sıcaklıkta 12 dakika beklenilmiştir. Kolon olarak DB-Wax kolon (30.0m x 250mm x 0.25µm), taşıyıcı gaz olarak He (25 ml/dak) kullanılmıştır. FID sıcaklığı 280 °C, enjeksiyon bloğu sıcaklığı 250 °C, enjekte edilecek örnek miktarı 1µL olarak ayarlanmıştır. Tanımlama için, yağ asitleri metil esterleri (37 adet yağ asidi) standardı (Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA) kullanılmıştır.

İstatistiksel analizler

Çalışmadan elde edilen veriler, çift yönlü ANOVA ile değerlendirilmiştir. Analiz sonucu önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testi ile test edilmiştir (Yıldız ve Bircan, 1994). İstatistiksel analizler için, MINITAB 17 istatistik paket programı kullanılmıştır. Çalışma 3 tekerrürlü, analizler ise paralel olarak yapılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kalite ve oksidasyon parametreleri

Kontrol ve farklı oranlarda zeytin yaprağı ilavesiyle Ayvalık çeşidi zeytinden üretilen

zeytinyağının bazı parametrelerine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 1'de verilmiştir.

Serbest asitlik

Kontrol ile %2 ve %4 (w/w) oranlarda zeytin yaprağı ilavesiyle üretilen zeytinyağlarının ortalama serbest asitlik (%oleik asit) değerleri birbirinden çok önemli düzeyde ($P<0.01$) farklı bulunmuş ve sırasıyla 1.16 ± 0.01 , 1.14 ± 0.01 ve 1.11 ± 0.01 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Bu çalışma kapsamında Ayvalık zeytin meyvesinden üretilen natürel zeytinyağının serbest asitlik değerleri, farklı oranlarda yaprak ilavesi ile Neb Jmel, Oueslati (Tarchoune ve ark., 2019), Ayvalık (Sari & Ekinci, 2017; Sevim, 2011); Chemlali ve Zalmati (Sonda ve ark., 2014), Cobrançosa (Malheiro, Casal, Teixeira, Bento, & Pereira, 2013) çeşidi zeytin meyvesinden üretilen natürel zeytinyağında bildirilen ortalama değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu çalışma ile literatür bildirimleri arasındaki farklılık çeşit, meyvenin olgunluğu ve hasat sonrası meyvenin depolama şartlarından kaynaklanmış olabilir. Özellikle geç hasat edilen meyvelerde lipolitik enzim aktivitesinin artmasına bağlı olarak serbest asitlik yükselmektedir. Zeytinyağının kalitesini belirleyen serbest asitlik, yağın sınıflandırma ve ticari değeri ile ilgili bilgi vermektedir. Bu nedenle, hasattan başlayarak yağın üretilmesine kadar geçen süreçte, serbest asitlik artışına neden olabilecek etkenlerin minimuma indirilmesi büyük önem taşımaktadır (Sari & Ekinci, 2017; Tarchoune ve ark., 2019).

Ayvalık çeşidinden elde edilen zeytinyağı üretiminde yaprak ilavesi, zeytinyağında serbest asitliğin azalmasına neden olmuştur. Bu bağlamda, %2 ve %4 oranında zeytin yaprağı ilave edilerek üretilen zeytinyağı örneklerinin ortalama serbest asitlik değeri, kontrol grubu zeytinyağına oranla, daha düşük bulunmuştur. Benzer şekilde, zeytin yaprağı ilavesinin Oueslati çeşidinden üretilen zeytinyağında serbest asitliği düşürdüğü (Tarchoune ve ark., 2019), zeytin yaprağı ilavesinin Neb Jmel (Tarchoune ve ark., 2019), Ayvalık ve Memecik (Sevim, 2011) çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağının serbest asitlik değerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı; ancak yaprak

ilave oranının artışına paralel olarak Cobrançosa (Malheiro ve ark., 2013), Ayvalık (Sari & Ekinci, 2017), Chemlali ve Zalmati (Sonda ve ark., 2014) çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında ise serbest

asitliğin yükseldiği bildirilmiştir. Araştırmacıların bildirimleri arasındaki bu farklılık, zeytin çeşidi, hasat olgunluğu, üretim prosesi, iklim ve yetiştirme şartlarından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 1. Kontrol ve farklı oranda zeytin yaprağı ilave edilerek Ayvalık çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağının bazı parametrelerine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Table 1. Average values and formed groups related to the investigated parameters of natural olive oil produced from Ayvalık variety olives by adding olive leaves

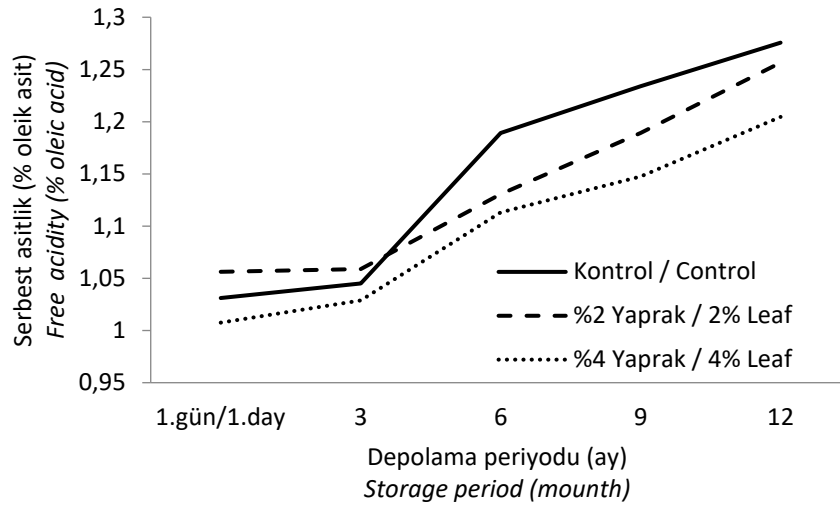
Parametre Parameter	Kontrol Control	%2 yaprak katkılı 2% leaf added	%4 yaprak katkılı 4% leaf added
Kalite ve oksidasyon parametreleri <i>Quality and oxidation parameters</i>			
Serbest asitlik (% oleik asit) Free acidity (oleic acid %)	1.16±0.01 ^a	1.14±0.01 ^a	1.11±0.01 ^b
Peroksit değeri (meq O ₂ kg-yağ ⁻¹) Peroxide value (meq O ₂ kg-fat ⁻¹)	2.11±0.02 ^a	1.78±0.02 ^b	1.69±0.02 ^b
Fenolik madde içeriği (mg CAE kg-yağ ⁻¹) Phenolics (mg CAE kg-fat ⁻¹)	160.80±2.17 ^c	188.08±2.17 ^b	225.87±2.17 ^a
Antioksidan kapasite (%) Antioxidation capacity (%)	47.21±0.47 ^c	61.25±0.47 ^b	79.54±0.47 ^a
İndüksiyon süresi (saat) Induction time (h)	9.11±0.04 ^c	9.45±0.04 ^b	12.20±0.04 ^a
Renk parametreleri <i>Color parameters</i>			
L* değeri/ L* value	23.05±0.08 ^a	22.08±0.08 ^b	21.70±0.08 ^c
a* değeri / a* value	2.20±0.03 ^a	1.99±0.03 ^b	1.49±0.03 ^c
b* değeri / b* value	9.27±0.13 ^c	10.26±0.13 ^b	11.55±0.13 ^a
Özgül absorbans parametreleri <i>Specific absorbance parameters</i>			
K ₂₃₂	2.34±0.04	2.25±0.04	2.21±0.04
K ₂₇₀	0.21±0.01	0.21±0.01	0.20±0.01
ΔK	- 0.001±0.00 ^{ab}	- 0.004±0.00 ^b	0.002±0.00 ^a
Yağ asitleri bileşimi (%) <i>Fatty acid composition (%)</i>			
Palmitik asit (C _{16:0}) Palmitic acid (C _{16:0})	13.67±0.03	13.54±0.03	13.61±0.03
Palmitoleik asit (C _{16:1}) Palmitoleic acid (C _{16:1})	0.80±0.04	0.76±0.04	0.79±0.04
Stearik asit (C _{18:0}) Stearic acid (C _{18:0})	2.82±0.01 ^a	2.77±0.01 ^{ab}	2.75±0.01 ^b
Oleik asit (C _{18:1}) Oleic acid (C _{18:1})	68.45±0.04	68.36±0.04	68.28±0.04
Linoleik asit (C _{18:2}) Linoleic acid (C _{18:2})	11.83±0.03 ^b	12.10±0.03 ^a	12.11±0.03 ^a
α-Linolenik asit (C _{18:3}) α-Linolenic acid (C _{18:3})	0.68±0.01	0.69±0.01	0.69±0.01
Araşidik asit (C _{20:0}) Arachidic acid (C _{20:0})	0.48±0.01	0.49±0.01	0.49±0.01
ΣSFA	16.97±0.02 ^a	16.79±0.02 ^b	16.84±0.02 ^b
ΣUFA	81.76±0.09	81.90±0.09	81.86±0.09
ΣMUFA	69.25±0.04 ^a	69.11±0.04 ^{ab}	69.06±0.04 ^b
ΣPUFA	12.51±0.04 ^b	12.79±0.04 ^a	12.80±0.04 ^a

ΣSFA: Toplam doymuş yağ asitleri; ΣUFA: Toplam doymamış yağ asitleri; ΣMUFA: Toplam tekli doymamış yağ asitleri; ΣPUFA: Toplam çoklu doymamış yağ asitleri

ΣSFA: Total saturated fatty acids; ΣUFA: Total unsaturated fatty acids; ΣMUFA: Total monounsaturated fatty acids; ΣPUFA: Total polyunsaturated fatty acids

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak (P<0.05) birbirinden farklıdır.

The averages shown with different letters on the same row are statistically (P <0.05) different from each other.



Şekil 1. Kontrol ve farklı oranlarda yaprak ilavesi ile üretilen zeytinyağında serbest asitliğin depolama periyodu boyunca değişimi

Figure 1. The change of free acidity in the control and olive oils produced by adding different amounts of leaves during the storage period

Kontrol ve yaprak katkılı zeytinyağının depolama periyodunun 1. gününde serbest asitlik değerlerinin >%1 (oleik asit) olması zeytin meyvesinin geç hasat edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, kontrol ve yaprak katkılı zeytinyağının depolama periyodunun 12. ayında dahi natürel birinci sınıf zeytinyağı sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir (Anonim, 2017). Zeytinyağının serbest asitlik değeri, depolama periyodu boyunca çok önemli düzeyde ($P < 0.01$) artmış, kontrol grubu yağda daha yüksek, yaprak oranının artışına paralel olarak yağda serbest asitlik değeri daha düşük düzeyde seyir izlemiştir (Şekil 1). Depolama periyodu boyunca serbest asitlik değerinin yükselmesi Sevim (2011) tarafından da bildirilmiştir.

Peroksit değeri

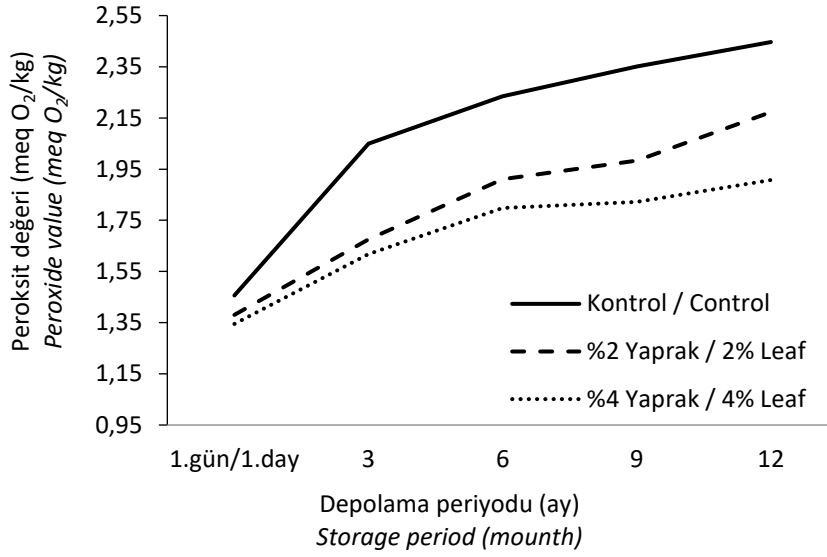
Yapılan bu çalışmada, kontrol ve farklı oranlarda yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağının ortalama peroksit değeri $1.69 \pm 0.02 - 2.10 \pm 0.02$ meq O_2 kg^{-1} olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Bu çalışmada hesaplanan ortalama peroksit değerleri, farklı oranlarda zeytin yaprak ilavesiyle Tunus Neb Jmel ve Oueslati (Tarchoune ve ark., 2019), Ayvalık (Sahin ve ark., 2019; Sari & Ekinci, 2017; Sevim ve ark., 2013) ve Cobrançosa (Malheiro ve ark., 2013) çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında bildirilen ortalama değerlerden daha düşük bulunmuştur. Peroksit değeri, oksidasyon sonucu yağda oluşan

hidroperoksitlerin doğrudan ölçümüne dayanmaktadır (Malheiro ve ark., 2013; Tarchoune ve ark., 2019). Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde natürel zeytinyağında peroksit değerinin ≤ 20 meq O_2 kg^{-1} olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2017).

Kontrol grubuna oranla, farklı oranda (%2 ve 4) zeytin yaprağı ilave edilerek üretilen zeytinyağının ortalama peroksit değerleri önemli düzeyde ($P < 0.05$) daha düşük, yaprak oranının artışına paralel olarak zeytinyağının peroksit değerinde de azalma tespit edilmiş, ancak bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 1). Yaprak ilavesi yapılarak Ayvalık ve Memecik (Sevim, 2011), Cobrançosa (Malheiro ve ark., 2013), Chemlali ve Zalmati (Sonda ve ark., 2014), Ayvalık (%5 yaprak ilavesi) (Sari & Ekinci, 2017) çeşidi zeytin meyvelerinden üretilen zeytinyağlarında ortalama peroksit değerlerinin yükseldiği, Tunus Oueslati (Tarchoune ve ark., 2019) çeşidi zeytinyağında peroksit değerinde herhangi bir farklılığın tespit edilemediği, ancak Ayvalık (%2 zeytin yaprağı) (Sari & Ekinci, 2017), Neb Jmel (Tarchoune ve ark., 2019) çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında ise peroksit değerinin azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca, zeytin yaprağı ekstraktı ilavesinin Ayvalık çeşidinden üretilen zeytinyağı (Sahin ve ark., 2017; Sahin ve ark., 2019) ile rafine zeytinyağında (Bouaziz, Feki, Ayadi, Jemai, & Sayadi, 2010) peroksit değerinin azalmasına neden olduğu

bildirilmiştir. Bu durum, zeytinyağının elde edildiği zeytin çeşidi, hasat olgunluğu ve hasat sonrası

meyvenin depolama şartları ve süresinden kaynaklanmış olabilir.



Şekil 2. Kontrol ve farklı oranlarda yaprak ilavesi ile üretilen zeytinyağında peroksit değerinin depolama periyodu boyunca değişimi
Figure 2. The change of peroxide value in the control and olive oils produced by adding different amounts of leaves during the storage period

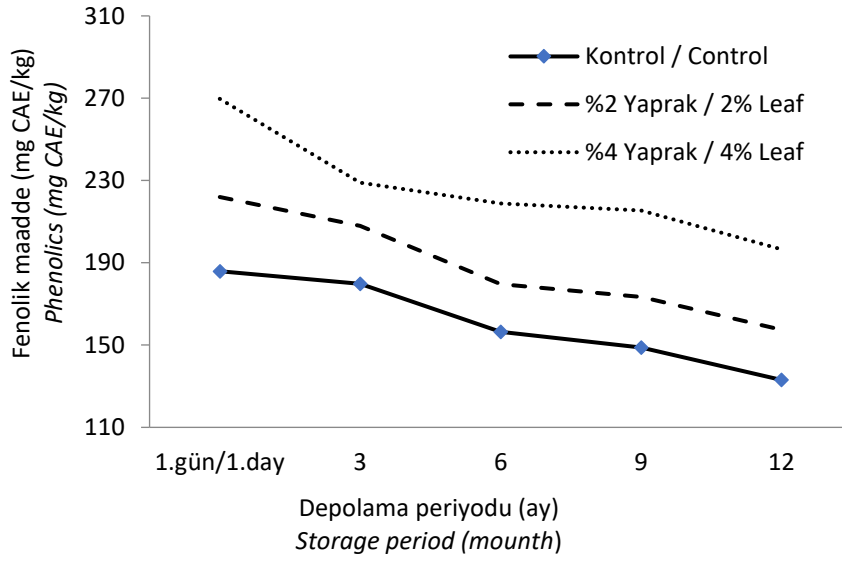
Depolama periyodu boyunca, yaprak katkılı zeytinyağlarında peroksit değeri, kontrol grubu yağa oranla daha düşük seyretmiş ve depolama periyodu boyunca yağların peroksit değerleri yükselmiştir (Şekil 2). Ayrıca, %4 yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında peroksit değeri, %2 yaprak katkılı zeytinyağına oranla daha düşük bulunmuştur. Depolama periyodu boyunca peroksit değerinin yükselmesi Sevim (2011) tarafından da bildirilmiştir.

Toplam fenolik madde

Kontrol ve yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağının toplam fenolik madde miktarı $160.80 \pm 2.17 - 225.87 \pm 2.17$ mg CAE kg^{-1} arasında tespit edilmiştir (Çizelge 1). Toplam fenolik madde miktarı, Neb Jmel zeytinyağında 736 mg GA eşdeğer/kg yağ, Oueslati yağında ise 528 mg GAE/kg (Tarchoune ve ark., 2019), Chemlali ve Zalmati çeşidi zeytinden elde edilen kontrol ve %3 yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında 101.07-122.14 ppm ve 343.61- 355.00 ppm (Sonda ve ark., 2014); Ayvalık zeytin çeşidine ait kontrol ile %1 ve %3 yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağlarında ise 96.06, 124.92 ve 135.23 mg CAE/kg yağ (Sevim, 2011) olarak bildirilmiştir. Bu bileşiklerin miktarı,

zeytinin cinsi, toprak ve iklim koşulları, olgunlaşma ve depolama şartları gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Cavalli ve ark., 2004). Fenolik bileşikler zeytin meyvesinin rengini, besin değerini, zeytinyağının oksidasyonu ve mikrobiyal aktiviteye karşı stabilitesini etkilediği (Cavalli ve ark., 2004), kanser, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıkları önlediği (Cinquanta ve ark., 1997) bildirilmektedir.

Kontrol grubuna oranla, yaprak katkılı zeytinyağının toplam fenolik madde içeriği daha yüksek bulunmuş, ayrıca yaprak oranındaki artışa paralel olarak zeytinyağında toplam fenolik madde miktarının da arttığı görülmüştür (Çizelge 1). Benzer şekilde yapılan çalışmalarda yaprak ilavesi yapılarak Ayvalık, (Sahin ve ark., 2017; Sevim, 2011), Memecik (Sevim, 2011), Neb Jmel, Oueslati (Tarchoune ve ark., 2019), Chemlali, Zalmati (Sonda ve ark., 2014) çeşidi meyvelerden üretilen zeytinyağında toplam fenolik madde miktarının artışına neden olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde, farklı düzeyde (187, 261 ve 442 mg/ml) zeytin yaprağı ekstraktı ilavesinin rafine zeytinyağı, ayçiçek yağı ve soya yağının fenolik madde içeriğini önemli düzeyde zenginleştirdiği (Japon-Lujan & De Castro, 2008) bildirilmiştir.



Şekil 3. Kontrol ve farklı oranlarda yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında toplam fenolik madde miktarının depolama periyodu boyunca değişimi
 Figure 3. The change of phenolics in the control and olive oils produced by adding different amounts of leaves during the storage period

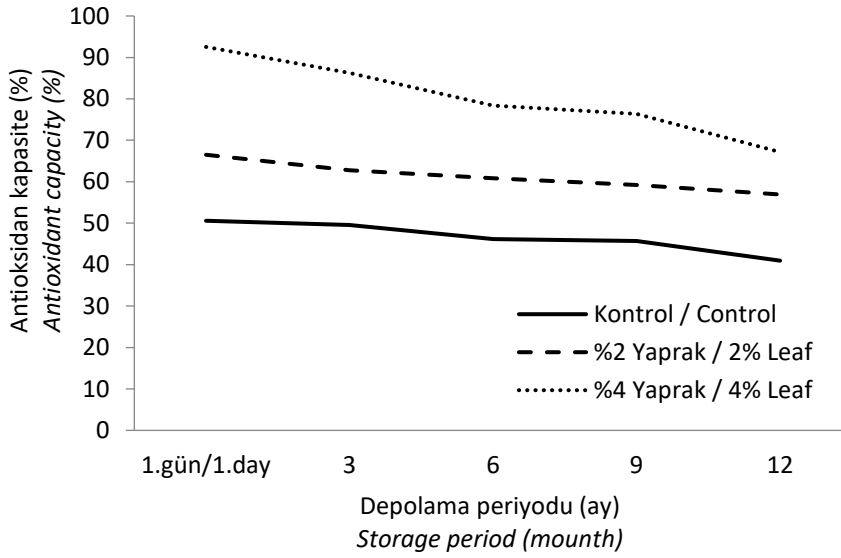
Kontrol grubuna oranla, farklı oranda yaprak ilavesiyle Ayvalık çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında toplam fenolik madde miktarı çok önemli düzeyde ($P < 0.01$) daha yüksek bulunmuş ve bu durum depolama periyodu boyunca aynı şekilde devam etmiştir. Ayrıca, natürel zeytinyağlarında fenolik madde miktarı depolama periyodu boyunca azalmıştır (Şekil 3). Benzer değişim Sevim (2011) tarafından Ayvalık ve Memecik çeşidi zeytinyağlarının depolama periyodunda da bildirilmiştir.

Antioksidan kapasite

Antioksidan kapasite (DPPH radikal süpürücü aktivite) kontrol grubu zeytinyağında 47.21 ± 0.47 , %2 yaprak ilave edilen grupta 61.25 ± 0.47 ve %4 zeytin yaprağı ilaveli grupta ise 79.54 ± 0.47 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Antioksidan kapasite (ABTS), yaprak içermeyen Neb Jmel ve Oueslati çeşidi zeytinyağında sırasıyla 69.05 ve 113.84 $\mu\text{mol TE/g}$ (Tarchoune ve ark., 2019), Ayvalık çeşidi zeytinden üretilen kontrol ve 1500 ppm yaprak ekstraktı ilave edilen zeytinyağında antioksidan kapasitesinin (ABTS, %) 13.45 ve 34.09 (Sahin ve ark., 2017); geç hasat edilen (2009 yılı) Ayvalık zeytin çeşidine ait kontrol ile %1 ve %3 yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağlarının ortalama antioksidan kapasiteleri

(DPPH) ise 31.90, 43.85 ve 49.75 $\mu\text{mol TE/100g}$ yağ (Sevim, 2011) olarak bildirilmiştir. Oksidatif bozulma, çoğunlukla depolama sırasında ortaya çıkmakta, yağın kalite ve raf ömrünü olumsuz etkilemektedir (Bouaziz ve ark., 2008; Bouaziz ve ark., 2008).

Kontrol grubuna oranla, yaprak ilave edilerek üretilen zeytinyağında antioksidan kapasitede yükselme görülmüş, bu durum ilave edilen yaprak oranının artışına paralellik arz etmiştir (Çizelge 1). Benzer şekilde, kontrol grubu zeytinyağına oranla farklı oranlarda (%1 ve 3) kendine ait yaprak ilavesiyle üretilen Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerine ait zeytinyağının DPPH radikal süpürücü aktivitesinin yükseldiği, en yüksek değerlerin meyvelere %3 oranda yaprak ilavesi ile elde edilen yağda tespit edilmiştir (Sevim, 2011). Kontrol grubuna oranla, yaprak ilavesiyle üretilen Neb Jmel, Oueslati (Tarchoune ve ark., 2019) ve Ayvalık (Sahin ve ark., 2017; Sahin ve ark., 2019) çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında antioksidan aktivitesinin yükseldiği bildirilmiştir. Benzer şekilde, zeytin yaprağı ekstraktı ilavesiyle zenginleştirilen Koroneiki çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında antioksidan aktivitesinin yükseldiği bildirilmiştir (Kiritsakis ve ark., 2017). Bu çalışmada elde edilen değerlerin, literatür bildirimleri ile uyum içinde olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Kontrol ve farklı oranlarda yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında antioksidan kapasitenin depolama periyodu boyunca değişimi
 Figure 4. The change of antioxidant capacity in the control and olive oils produced by adding different amounts of leaves during the storage period

Zeytinyağının içerdiği toplam fenolik madde miktarına benzer şekilde, kontrol grubu zeytinyağına oranla, yaprak ilavesi içeren zeytinyağının antioksidan kapasitesi çok önemli düzeyde ($P<0.01$) daha yüksek bulunmuş ve bu durum depolama periyodu boyunca devam etmiştir (Şekil 4). Ayrıca, %4 oranında yaprak ilavesi yapılarak üretilen zeytinyağında antioksidan kapasite, %2 oranında yaprak ilavesi yapılan zeytinyağına oranla, daha yüksek bulunmuştur. Benzer durum, Sevim (2011) tarafından Avyalık ve Memecik çeşidi zeytinyağlarının depolama periyodunda da bildirilmiştir.

Oksidatif stabilite

Oksidatif stabilite, zamana bağlı olarak yağ örneğinin oksidasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmakta ve ürünün raf ömrü ile ilgili bilgi vermektedir (Coppin & Pike, 2001; Tan ve ark., 2002). Oksidatif stabilitenin belirlenmesinde çoğunlukla hızlandırılmış oksidasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde yağ örneği, sabit hava akışında yüksek sıcaklıkta yağda oluşan uçucu bileşiklerin oranında meydana gelen ani yükselişin belirlenmesiyle tespit edilmekte ve geçen süre indüksiyon süresi olarak tanımlanmaktadır (Sahin ve ark., 2019). Ortalama indüksiyon süresi kontrol grubu zeytinyağında 9.11 ± 0.04 saat, %2 yaprak katkılı grupta 9.45 ± 0.04 saat ve %4 yaprak katkılı

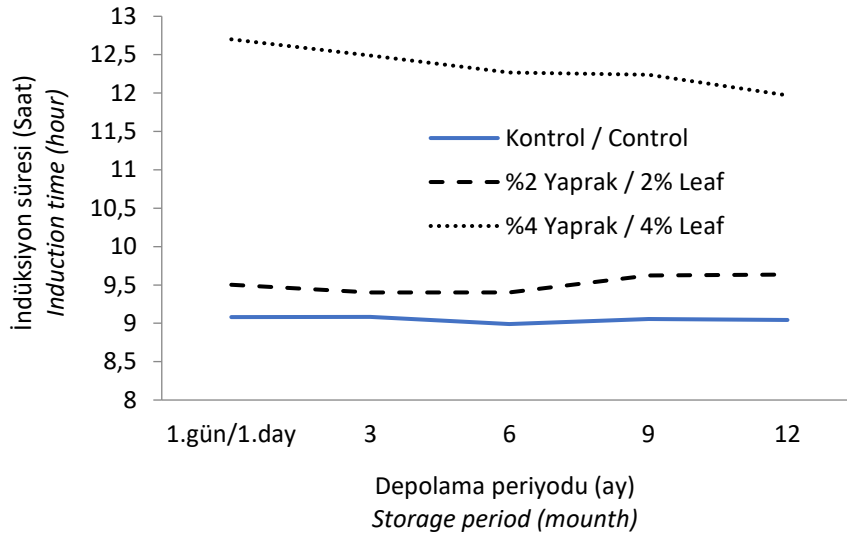
grupta ise 12.20 ± 0.04 saat olarak ölçülmüştür. Bu çalışmada kontrol ve farklı oranlarda yaprak ilave edilerek üretilen zeytinyağının oksidatif stabilitesi, Ayvalık (Sahin ve ark., 2017; Sahin ve ark., 2019; Sari & Ekinci, 2017), Chemlali ve Zalmati (Sonda ve ark., 2014), Cobrançosa (2019 yılı) (Malheiro ve ark., 2013) çeşidi zeytinden elde edilen zeytinyağında bildirilen oksidatif stabilite değerlerinden yüksek, 2010 (Ekim ayı) yılında Cobrançosa çeşidi (Malheiro ve ark., 2013) zeytinden üretilen zeytinyağında bildirilen değer ile paralellik göstermektedir. Bu çalışma ile literatür bildirimleri arasındaki farklılık çeşit, meyvenin olgunluğu ve hasat sonrası meyvenin depolama şartlarından kaynaklanmış olabilir.

Kontrol grubu zeytinyağına oranla, yaprak katkılı zeytinyağının oksidatif stabilitesi yükselmiş, yaprak oranının artmasına paralel olarak yağın indüksiyon süresinde de artış tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile kontrol grubu yağa oranla, %2 yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağının oksidatif stabilitesinde %3.73, %4 yaprak ilave edilerek üretilen yağın oksidatif stabilitesinde ise %33.92 düzeyinde artış hesaplanmıştır. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda, farklı oranlarda zeytin yaprağı ilave edilmesinin Cobrançosa (Malheiro ve ark., 2013), Ayvalık çeşidi (Sari & Ekinci, 2017) zeytinden üretilen zeytinyağının oksidatif stabilitesini yükselttiği, ancak Chemlali ve Zalmati

çeşidi (Sonda ve ark., 2014) zeytin meyvesinden üretilen zeytinyağında oksidatif stabiliteyi düşürdüğü bildirilmiştir. Ayrıca, zeytin yaprağı ilave oranına bağlı olarak rafine zeytinyağının oksidatif stabilitesinde 2-7 kat artış görüldüğü ve bu artışın yaprakta bulunan polar phenoller, oleuropein ve α -tokoferol içeriğinden kaynaklandığı (Nenadis ve ark., 2010) bildirilmiştir. Ayrıca zeytin yaprağı ekstraktı ilavesinin Ayvalık çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağı (Sahin ve ark., 2017; Sahin ve ark., 2019) ile rafine zeytinyağının ransimat değeri ile ölçülen oksidatif stabilitesini yükselttiği ve zeytin yaprağı ekstraktının potansiyel antioksidan kaynağı olarak değerlendirilebileceği (Bouaziz ve ark., 2010; Bouaziz ve ark., 2008) bildirilmiştir. İndüksiyon süresindeki değişim, yağın doymamışlık

düzeyi, ilave edilen zeytin yaprağı çeşidi, elde edildiği mevsim ve yağın depolama şartları ve süresinden kaynaklanmış olabilir.

Kontrol grubuna oranla, 12 aylık depolama periyodu boyunca yaprak ilavesi yapılarak üretilen zeytinyağlarında indüksiyon süresi daha yüksek seyretmiştir. Ayrıca, periyot boyunca %4 yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında indüksiyon süresi, %2 yaprak ilavesiyle elde edilen zeytinyağına oranla, daha yüksek bulunmuştur (Şekil 5). Yapılan bir çalışmada, zeytin yaprağı enzimatik hidrolizat ekstraktı ilave edilen rafine zeytinyağının 6 ay depolama sonrası indüksiyon süresinin 0.71 h olduğu, aynı şartlarda kontrol grubu rafine zeytinyağının indüksiyon süresinin ise 0 h olduğu bildirilmiştir (Bouaziz ve ark., 2010).



Şekil 5. Kontrol ve farklı oranlarda yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında oksidatif stabilitesinin depolama periyodu boyunca değişimi

Figure 5. The change of oxidative stability in the control and olive oils produced by adding different amounts of leaves during the storage period

Renk parametreleri

Bu çalışmada natürel zeytinyağında en yüksek ortalama L* değeri (parlaklık), kontrol grubu zeytinyağında tespit edilmiştir. Yaprak ilavesi ve yaprak oranının artmasına paralel olarak yağda L* değeri azalmıştır. Başka bir ifadeyle yaprak ilavesi zeytinyağında parlaklığın azalmasına neden olmuştur. Zeytinyağı a* değeri bağlamında, gri bölgede yer almaktadır. Kontrol grubu yağa oranla, yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında a* değeri önemli düzeyde (P<0.05) azalmış ve bu değer %4 yaprak oranı ilavesiyle üretilen zeytinyağında en düşük değerini almıştır. Yaprak ilavesi

zeytinyağında kırmızı renk tonunun azalmasına, yeşil renk tonunun artmasına neden olmuştur. Zeytinyağında en yüksek ortalama b* değeri ise %4 yaprak ilave edilerek üretilen zeytinyağında tespit edilmiş, yaprak ilavesi zeytinyağında b* değerinin önemli düzeyde (P<0.05) yükselmesine neden olmuştur. Başka bir deyişle, yaprak ilavesi zeytinyağında sarı renk yoğunluğunun artmasına neden olmuştur. Yapılan çalışmalarda, zeytin yaprak ekstraktı ilavesinin zeytinyağında parlaklığının azalması (L* değerinin düşmesi), yeşil (a* değerinin azaldığı) ve sarı renk tonunun artmasına (b* değerinin yükselmesi) neden olduğu

(Kiritsakis ve ark., 2017; Nenadis ve ark., 2010) bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen renk değerleri, literatür bildirimleri ile paralellik arz etmektedir. Ayrıca, yaprak ilavesi sonucu zeytinyağının renk değerlerinde oluşan bu değişimin göz ile fazla algılanamayacağı, dolayısıyla tüketici beğenisini olumsuz etkilemeyeceği kanaatine varılmıştır.

Özgül absorbands parametreleri

Kontrol ile %2 ve %4 yaprak ilave edilerek üretilen zeytinyağının K_{232} değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamış ve bu değer sırasıyla 2.34 ± 0.04 , 2.25 ± 0.04 ve 2.21 ± 0.04 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda K_{232} değeri, kontrol ile farklı oranlarda yaprak veya yaprak ekstraktı ilave edilerek Ayvalık zeytin meyvesinden üretilen zeytinyağında 1.6-2.0 (Sari & Ekinci, 2017; Sevim, 2011); Koroneiki çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında 1.70-1.79 (Kiritsakis ve ark., 2017); Cobrançosa çeşidi zeytin meyvesinden üretilen yağda 1.63-2.61 (Malheiro ve ark., 2013) arasında bildirilmiştir.

Bu çalışmada, kontrol ile farklı oranlarda (%2 ve 4) yaprak ilave edilerek üretilen zeytinyağında K_{270} değerleri, 0.21 ± 0.01 - 0.20 ± 0.01 arasında bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda bu değer, kontrol ve farklı oranlarda zeytin yaprağı veya ekstraktı ilavesiyle elde edilen Ayvalık çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında 0.12-0.17 (Sari & Ekinci, 2017; Sevim, 2011); Koroneiki çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında 0.12-0.13 (Kiritsakis ve ark., 2017); Cobrançosa çeşidi zeytin meyvesinden üretilen zeytinyağında 0.09-0.18 (Malheiro ve ark., 2013) aralığında bildirilmiştir.

Kontrol grubu yağa oranla, yaprak ilavesiyle Ayvalık çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağlarında K_{232} ve K_{270} değerlerinin azaldığı, ΔK değerinin ise yükseldiği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, farklı oranlarda (%1-5) zeytin yaprağı ilavesiyle üretilen Dritta çeşidi zeytin meyvelerden elde edilen zeytinyağının K_{232} değerlerinin azaldığı, K_{270} değerlerinin ise değişim gösterdiği (DiGiovacchino ve ark., 1996), Cobrançosa çeşidi zeytin meyvesinden üretilen zeytinyağına farklı oranlarda (%1, 2.5, 5 ve 10; g/g) zeytin yaprağı ilave

edilmesinin K_{232} ve K_{270} değerlerinde artışa neden olduğu (Malheiro ve ark., 2013); %2 ve %5 oranında zeytin yaprağı ilavesiyle üretilen zeytinyağının K_{232} ve K_{270} değerlerini azalttığı (Sari & Ekinci, 2017), Ayvalık ve Memecik zeytin çeşitlerine farklı oranda (%1 ve %3; g/g) kendine ait zeytin yaprağı eklenerek üretilen zeytinyağında K_{232} değerinin, yaprak ilave oranına göre farklılık gösterdiği, %3 yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında K_{270} değerinin en yüksek olduğu (Sevim, 2011) bildirilmiştir.

Zeytinyağında K_{232} değeri, önemli bir kalite kriteri olan oksidasyonun birinci basamağını oluşturan hidroperoksitler ve konjuge dienlerin varlığı; K_{270} değeri ise, oksidasyonun ikinci basamağı olan karbonik bileşikler ile konjuge trienlerin varlığı ile ilgili bilgi vermektedir (Anonim, 2014). Natürel zeytinyağında, K_{232} değerinin en yüksek 2.5, K_{270} değerinin en yüksek 0.25 ve ΔK değerinin ≤ 0.01 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2014). Bu bağlamda, kontrol ve farklı oranlarda zeytin yaprağı ilave edilerek üretilen zeytinyağlarının K_{232} , K_{270} ve ΔK değerleri anılan tebliğ ile uyumluluk arz etmektedir.

Yağ asitleri bileşimi

Bu çalışmada, kontrol ve yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağının yağ asitleri bileşimi %98.5 oranında tespit edilmiştir. Bu bağlamda, zeytinyağının bileşiminde doymuş yağ asitlerinden palmitik, stearik ve araşidik asitler, doymamış yağ asitlerinden ise palmitoleik, oleik, linoleik ve α -linolenik asitler tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Kontrol grubuna oranla, yaprak ilave edilerek üretilen zeytinyağında palmitik, palmitoleik ve oleik asit oranları daha düşük, α -linolenik, araşidik asit ile UFA oranları ise yüksek bulunmuş, ancak bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Diğer taraftan, kontrol grubu yağa oranla, yaprak ilave edilerek üretilen zeytinyağında stearik asit ile SFA, MUFA oranları önemli düzeyde ($P < 0.05$) daha düşük, linoleik asit ile PUFA oranları ise daha yüksek ($P < 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca, ilave yaprak oranının yükselmesi zeytinyağının yağ asidi bileşimi üzerinde istatistiksel olarak etkisi tespit edilmemiştir. Sonda ve ark. (2014) zeytin yaprağı

ilavesi ile Chemlali ve Zalmati çeşidi zeytinden üretilen zeytinyağında yağ asitleri bileşiminin değişmediğini, Malheiro ve ark. (2013) 2010 yılında %10 yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında oleik asit oranında önemli düzeyde bir azalma, palmitik ve linoleik asit oranlarında ise yükselme tespit edildiğini, 2009 ve 2010 yıllarında ise SFA ve PUFA oranlarında yükselme, MUFA oranında ise önemli düzeyde azalma görüldüğünü; Sevim (2011) ise yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağında stearik ve linoleik asit oranlarının yükseldiğini bildirmiştir. Farklı oranlarda yaprak ilavesiyle elde edilen zeytinyağlarında yağ asitleri bileşiminin farklılık göstermesi zeytin çeşidi, zeytinyağı üretim yöntemi, zeytin meyvelerinin olgunluk durumu, hasat sonrası meyvenin bekletilme süre ve sıcaklığı, kullanılan yaprağın ait olduğu mevsim ve kullanım oranından kaynaklanmış olabilir (Gimeno ve ark., 2002).

Yapılan bu çalışmada, kontrol grubu ile %2 ve %4 zeytin yaprağı ilave edilerek üretilen zeytinyağlarının yağ asitleri bileşimlerinin, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği ile uygunluk arz ettiği tespit edilmiştir (Anonim, 2017).

Sonuç ve Öneriler

Zeytin yaprağı ilavesinin Ayvalık çeşidi zeytin meyvesinden üretilen natürel zeytinyağının kalitesi ile depolama/oksidatif stabilitesinde önemli rol oynayan fenolik madde içeriğinde artışa neden olduğu, yaprak katkılı zeytinyağlarının en az 12 ay süre ile oda sıcaklığında amber şişede güvenli bir şekilde depolanabileceği, %4 (w/w) yaprak ilavesiyle üretilen yağın aynı şartlarda daha uzun süre depolanabileceği, yaprak ilavesiyle üretilen zeytinyağlarının Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği ile uygunluk arz ettiği sonucuna varılmıştır. Bölgede yağ üretiminde kullanılan zeytin meyvesinin geç hasat edilmesinden dolayı, zeytinyağının kalite parametrelerinin (serbest asitlik ve peroksit değerleri) yüksek olduğu ve bu durumdan zeytinyağının oksidasyon parametrelerinin de olumsuz etkilendiği, meyve ile birlikte kendine ait zeytin yaprağının üretim

prosesine alınmasının yağın kalitesini olumlu etkileyeceği ve aynı zamanda çevre temizliği ve bölge ekonomisine olumlu katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ekler

Bu çalışma, Harran Üniversitesi BAP tarafından desteklenmiş (Proje no: 17120) ve Emine Doğru'nun Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiştir.

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

Yazar Katkısı: Şerafettin ÇELİK çalışmayı planlayarak denemeleri kurmuş, verileri analiz etmiş, Emine DOĞRU çalışmayı yürütmüş, Yasin YAKAR ve Naciye ÜNVER analizlerin yapılmasına katkı sağlamış, Şerafettin ÇELİK ve Emine DOĞRU makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Anonim (2014). Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ no: 2014/53).
- Anonim (2017). Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ no: 2017/26).
- Barbaro, B., Toietta, G., Maggio, R., Arciello, M., Tarocchi, M., Galli, A., & Balsano, C. (2014). Effects of the Olive-Derived Polyphenol Oleuropein on Human Health. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(10), 18508-18524. doi:10.3390/ijms151018508
- Bouaziz, M., Feki, I., Ayadi, M., Jemai, H., & Sayadi, S. (2010). Stability of refined olive oil and olive-pomace oil added by phenolic compounds from olive leaves. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(8), 894-905. doi:10.1002/ejlt.200900166
- Bouaziz, M., Feki, I., Jemai, H., Ayadi, M., & Sayadi, S. (2008). Effect of storage on refined and husk olive oils composition: Stabilization by addition of natural antioxidants from Chemlali olive leaves. *Food Chemistry*, 108(1), 253-262. doi:10.1016/j.foodchem.2007.10.074
- Bouaziz, M., Hammami, H., Bouallagui, Z., Jemai, H., & Sayadi, S. (2008). Production of antioxidants from olive processing by-products. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 7(8), 3231-3236.
- Carrasco-Pancorbo, A., Cerretani, L., Bendini, A., Segura-Carretero, A., Del Carlo, M., Gallina-Toschi, T., . . . Fernandez-Gutierrez, N. G. (2005). Evaluation of the antioxidant capacity of individual phenolic compounds in virgin olive oil. *Journal of Agricultural*

- and *Food Chemistry*, 53(23), 8918-8925. doi:10.1021/jf0515680
- Cavalli, J. F., Fernandez, X., Lizzani-Cuvelier, L., & Loiseau, A. M. (2004). Characterization of volatile compounds of French and Spanish virgin olive oils by HS-SPME: Identification of quality-freshness markers. *Food Chemistry*, 88(1), 151-157. doi:10.1016/j.foodchem.2004.04.003
- Cinquanta, L., Esti, M., & La Notte, E. (1997). Evolution of phenolic compounds in virgin olive oil during storage. *Journal of the American oil chemists' society*, 74(10), 1259-1264.
- Coppin, E. A., & Pike, O. A. (2001). Oil stability index correlated with sensory determination of oxidative stability in light-exposed soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 78(1), 13-18. doi:DOI 10.1007/s11746-001-0212-4
- DiGiovacchino, L., Angerosa, F., & DiGiacinto, L. (1996). Effect of mixing leaves with olives on organoleptic quality of oil obtained by centrifugation. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 73(3), 371-374. doi:DOI 10.1007/Bf02523433
- Ferreira, I. C. F. R., Barros, L., Soares, M. E., Bastos, M. L., & Pereira, J. A. (2007). Antioxidant activity and phenolic contents of *Olea europaea* L. leaves sprayed with different copper formulations. *Food Chemistry*, 103(1), 188-195. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.006
- Gimeno, E., Castellote, A. I., Lamuela-Raventós, R. M., De la Torre, M. C., & López-Sabater, M. C. (2002). The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, α -tocopherol, and β -carotene) in virgin olive oil. *Food Chemistry*, 78(2), 207-211. doi:https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00399-5
- Harp, F. (2011). *Gemlik, Domat, Adana Topağı ve Adana Yerli Zeytin Yapraklarının Antioksidan Etkilerinin Belirlenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Hrcirik, K., & Fritsche, S. (2004). Comparability and reliability of different techniques for the determination of phenolic compounds in virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106, 540-549.
- Japon-Lujan, R., & De Castro, M. D. L. (2008). Liquid-liquid extraction for the enrichment of edible oils with phenols from olive leaf extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(7), 2505-2511. doi:10.1021/jf0728810
- Jemai, H., El Feki, A., & Sayadi, S. (2009). Antidiabetic and Antioxidant Effects of Hydroxytyrosol and Oleuropein from Olive Leaves in Alloxan-Diabetic Rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(19), 8798-8804. doi:10.1021/jf901280r
- Jiang, L. Q., Yamaguchi, T., Takamura, H., & Matoba, T. (2005). Characteristics of Shodo Island olive oils in Japan: Fatty acid composition and antioxidative compounds. *Food Science and Technology Research*, 11(3), 254-260. doi:DOI 10.3136/Fstr.11.254
- Kesen, S. (2019). Using chromatographic methods in detection of olive oil adulteration. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(3), 335-344.
- Kiritsakis, K., Rodriguez-Perez, C., Gerasopoulos, D., & Segura-Carretero, A. (2017). Olive oil enrichment in phenolic compounds during malaxation in the presence of olive leaves or olive mill wastewater extracts. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(9). doi:Artn 1600425 10.1002/Ejlt.201600425
- Malheiro, R., Casal, S., Teixeira, H., Bento, A., & Pereira, J. A. (2013). Effect of Olive Leaves Addition during the Extraction Process of Overmature Fruits on Olive Oil Quality. *Food and Bioprocess Technology*, 6(2), 509-521. doi:10.1007/s11947-011-0719-z
- Nenadis, N., Moutafidou, A., Gerasopoulos, D., & Tsimidou, M. Z. (2010). Quality characteristics of olive leaf-olive oil preparations. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(12), 1337-1344. doi:10.1002/ejlt.201000332
- Pullen, J., & Saeed, K. (2012). An overview of biodiesel oxidation stability. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 5924-5950. doi:10.1016/j.rser.2012.06.024
- Rahila, M. P., Nath, B. S., Naik, N. L., Pushpadass, H. A., Manjunatha, M., & Franklin, M. E. E. (2018). Rosemary (*Rosmarinus officinalis* Linn.) extract: A source of natural antioxidants for imparting autoxidative and thermal stability to ghee. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(2), 10. doi:10.1111/jfpp.13443
- Ranalli, A., Contento, S., Lucera, L., Di Febo, M., Marchegiani, D., & Di Fonzo, V. (2006). Factors Affecting the Contents of Iridoid Oleuropein in Olive Leaves (*Olea europaea* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(2), 434-440. doi:10.1021/jf051647b
- Reboredo-Rodriguez, P., Figueiredo-Gonzalez, M., Gonzalez-Barreiro, C., Simal-Gandara, J., Salvador, M. D., Cancho-Grande, B., & Fregapane, G. (2017). State of the Art on Functional Virgin Olive Oils Enriched with Bioactive Compounds and Their Properties. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(3). doi:Artn 668 10.3390/Ijms18030668
- Sahin, S., Sayim, E., & Bilgin, M. (2017). Effect of olive leaf extract rich in oleuropein on the quality of virgin olive oil. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 54(6), 1721-1728. doi:10.1007/s13197-017-2607-7
- Sahin, S., Sevgen, S., & Samli, R. (2019). Estimation of quality parameters in virgin olive oil treated with olive leaf extract: application of artificial neural networks. *Chemical Papers*, 73(5), 1189-1197. doi:10.1007/s11696-018-0669-2
- Sakar, E., & Ünver, H. (2014). Türkiye'de zeytin yetiştiriciliğinin durumu ve ülkemizde yapılan bazı seleksiyon ve adaptasyon çalışmaları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 15(2), 19-25.
- Sari, H. A., & Ekinci, R. (2017). The effect of ultrasound application and addition of leaves in the malaxation of olive oil extraction on the olive oil yield, oxidative stability and organoleptic quality. *Food Science and Technology*, 37(3), 493-499. doi:10.1590/1678-457X.22916
- Schieber, A., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2001). By-products of plant food processing as a source of functional compounds - recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12(11), 401-413. doi:Pii S0924-2244(02)00012-2 Doi 10.1016/S0924-2244(02)00012-2

- Sevim, D. (2011). *Zeytin yaprağı ilave edilerek elde edilen zeytinyağlarının bazı temel kalite kriterleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi*. Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, İzmir., İzmir.
- Sevim, D., Köseoğlu, O., Altunoğlu, Y., Ölmez, H. A., & Büyükgök, E. B. (2013). Erkence zeytin çeşidinden elde edilen yağların (hurmalaşmış ve hurmalaşmamış) karşılaştırılması. *Gıda*, 38(3), 159-166.
- Sonda, A., Akram, Z., Boutheina, G., Guido, F., & Mohamed, B. (2014). Effect of Addition of Olive Leaves before Fruits Extraction Process to Some Monovarietal Tunisian Extra-Virgin Olive Oils Using Chemometric Analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(1), 251-263. doi:10.1021/jf404395x
- Talhaoui, N., Trabelsi, N., Taamalli, A., Verardo, V., Gomez-Caravaca, A. M., Fernandez-Gutierrez, A., & Arraez-Roman, D. (2018). Olea europaea as Potential Source of Bioactive Compounds for Diseases Prevention. *Studies in Natural Products Chemistry, Vol 57*, 57, 389-411. doi:10.1016/B978-0-444-64057-4.00012-0
- Tan, C. P., Man, Y. B. C., Selamat, J., & Yusoff, M. S. A. (2002). Comparative studies of oxidative stability of edible oils by differential scanning calorimetry and oxidative stability index methods. *Food Chemistry*, 76(3), 385-389. doi:Pii S0308-8146(01)00272-2 Doi 10.1016/S0308-8146(01)00272-2
- Tarchoune, I., Sgherri, C., Eddouzi, J., Zinnai, A., Quartacci, M. F., & Zarrouk, M. (2019). Olive Leaf Addition Increases Olive Oil Nutraceutical Properties. *Molecules*, 24(3). doi:Artn 545 10.3390/Molecules24030545
- Türkoğlu, H., & Kanık, Z. (2014). Nizip ve çevresinde satışa sunulan zeytinyağı örneklerinin bazı özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 16(3), 1-8.
- Ünver, N. (2018). *Ultrason destekli ekstraksiyon yöntemi kullanılarak zeytin yaprağı ekstraksiyon işleminin optimize edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Şanlıurfa.
- Yıldız, N., & Bircan, H. (1994). *Uygulamalı İstatistik*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 704.



Investigation on the usage of hawthorn (*Crataegus* spp) as rootstock for loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.)

Yenidünya (*Eriobotrya japonica* Lindl.) için anaç olarak alıç (*Crataegus* spp) kullanımının araştırılması

A. Aytekin POLAT^{1*}

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Antakya, 31034 Hatay, Turkey

To cite this article:

Polat, A.A. (2021). Investigation on the usage of hawthorn (*Crataegus* spp) as rootstock for loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 86-91.
DOI: 10.29050/harranziraat.774496

Address for Correspondence:
A. Aytekin POLAT
e-mail:
aapolat@mku.edu.tr

Received Date:
27.07.2020
Accepted Date:
17.11.2020

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



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

ABSTRACT

The aim of the study is to illuminate the possibilities of using of hawthorn (*Crataegus* spp) as rootstock in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) growing. For this aim, cv. Hafif Çukurgöbek (HÇG) was budded on the hawthorn rootstocks on 8th February, 18th May, 7th August, and 31st October 2019 with the chip budding method in the field conditions. The percent of bud-take successes were recorded after 45 days of the budding operations. In the bud-take, the top of the rootstock was cut from 10 cm above the budding point in order to sprout of the budding. After 15 days from this cutting, the ratio of bud-sprout was recorded. In addition, the bud shoot length and bud shoot diameter and also rootstock trunk diameter in all plants except dormant buddings were assigned in two different times on 24 December, 2019 and 8 February, 2020. The trial was planned in a completely randomized design with 6 replications and 10 plants per replication. Differences among means were analyzed by the Tukey's HSD method using SAS program. The highest values of bud take (47.6 %) and sprouting (70 %) rates were taken from budding done on 7th August, 2019. This was followed by 31st October, 2019 with 41.67 % bud take and bud sprout (% 21.43). The lowest budding success rate (10.58 %) was taken from the buddings which were done on 8th February, 2019. In both periods of measurement, budding done on 18th May 2019 yielded the higher values of bud shoot length and diameter. Preliminary results of this study show that hawthorn rootstock can be used in loquat cultivation.

Key Words: Budding success, Hawthorn, Loquat, Rootstock

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, yenidünya (*Eriobotrya japonica* Lindl.) yetiştiriciliğinde anaç olarak alıcın (*Crataegus* spp) kullanılması olanaklarını aydınlatmaktır. Bu amaçla, Hafif Çukurgöbek çeşidi, 8 Şubat, 18 Mayıs, 7 Ağustos ve 31 Ekim 2019 tarihlerinde alıç anaçlarına yonga aşı yöntemi ile bahçe koşullarında aşılanmıştır. Aşılamadan 45 gün sonra aşı tutma başarı yüzdesi kaydedilmiştir. Tutan aşıllarda, aşı gözünün sürmesi için aşı noktasının 10 cm yukarisından anacın tepesi kesilmiştir. Bu kesmeden 15 gün sonra, aşı sürme oranı belirlenmiştir. Ayrıca, durgun aşılar hariç tüm bitkilerde aşı sürgün uzunluğu ve sürgün çapı ile anaç gövde çapı 24 Aralık 2019 ve 8 Şubat 2020'de iki farklı zamanda ölçülmüştür. Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 6 yinelemeli ve her yinelemede 10 bitki olacak şekilde planlanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar, SAS programı kullanılarak Tukey'in HSD yöntemi ile analiz edilmiştir. En yüksek aşı tutma (% 47,6) ve aşı sürme (% 70) oranları, 7 Ağustos 2019'da yapılan aşılamalardan alınmıştır. Bunu, % 41,67 aşı tutma ve % 21,43 aşı sürme oranları ile 31 Ekim 2019 izlemiştir. En düşük aşı başarı oranı (% 10.58) 8 Şubat 2019'da yapılan aşıllardan alınmıştır. Her iki ölçüm döneminde de 18 Mayıs 2019'da yapılan aşılar, daha yüksek aşı sürgün uzunluğu ve sürgün çapı değerleri vermiştir. Bu çalışmanın ön sonuçları, alıç anaçlarının yenidünya yetiştiriciliğinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Aşı başarısı, Alıç, Yenidünya, Anaç

Introduction

Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) is propagated mainly by budding method, and when it is budded mostly loquat seedling is used as rootstock. Loquat trees on the seedling rootstocks are very tall and large crowned. There are several difficulties of established an orchard with such large trees. First of all, the number of trees that can be planted per unit area is limited and also, operations such as pruning, spraying and fruit picking are difficult (Polat, 1995; Crane and Caldeira, 2006).

Researchers are conducted various experiments to solve these difficulties in loquat cultivation. The most important of these are the applications that reduce the tree's vegetative growth. The best solution for this is to use dwarf rootstocks (Polat and Kaşka, 1992 a, b). As a matter of fact, quince rootstocks are used as a dwarf rootstock in loquat cultivation (Lin, 2007; Hueso et al., 2007), although it is very limited.

There is some information in the literature that hawthorn can be used as rootstocks for loquat (Polat, 1995); however, there is not enough research done about this matter. It was not find any data about what is their success rates if loquat budded on the hawthorn rootstocks.

Only one study on the use of hawthorn rootstocks in loquat cultivation has been found in the literature. A study by Jamil et al., (2012) was carried out loquat was grafted on hawthorn trees grown naturally. Buddings were done onto wild hawthorn trees in three different periods (mid-

May, early June, and mid-June). In the study, the highest budding success was obtained budding done in mid-May 2010 (80.00%) and in mid-May 2009 (79.30%).

The goal of the current work was to determine the budding success in loquat cultivar/hawthorn rootstock combination and the vegetative growth behavior on this rootstock.

Material and Method

This study was conducted during two growing sessions 2019 and 2020 in Antakya, Hatay, Turkey. Hafif Çukurgöbek cultivar was budded on the hawthorn rootstocks (Figure 1 a) on 8th February, 18th May, 7th August, and 31st October 2019 with the chip budding method in the field conditions. The trial was planned in a completely randomized design with 6 replications and 10 plants per replicate. The percent of bud-take successes were recorded after 45 days of the budding operations. In the bud-take, the top of the rootstock was cut from 10 cm above the budding point in order to sprout of the budding (Figure 1 b). After 15 days from this cutting, the ratio of bud-sprout was recorded. In addition, the bud shoot length and bud shoot diameter and also rootstock trunk diameter in all plants except dormant buddings were determined in two different times on 24 December, 2019 and 8 February, 2020. The data of the trial were analyses according to the completely randomized designed (Steel and Torrie, 1980) using SAS (2005). Differences among means were analyzed by the Tukey's HSD method.



Figure 1. a: Budding of hawthorn rootstocks with Hafif Çukurgöbek loquat cultivar and b: Cutting from 10 cm above the budding point.

Results and Discussion

Budding success

The data of bud-take and bud-sprout rates are presented in Figure 2 and 3. The highest bud take (47.6 %) and sprouting (70 %) rates were determined on 7th August, 2019. This was

followed by 31st October, 2019 with 41.67 % bud take and bud sprout (% 20). The lowest budding success rate (10.58 %) was taken from the buddings which were done on 8th February, 2019. The differences between the budding success rates of periods were found significant at $P < 0.01$ (Figure 2 and 3).

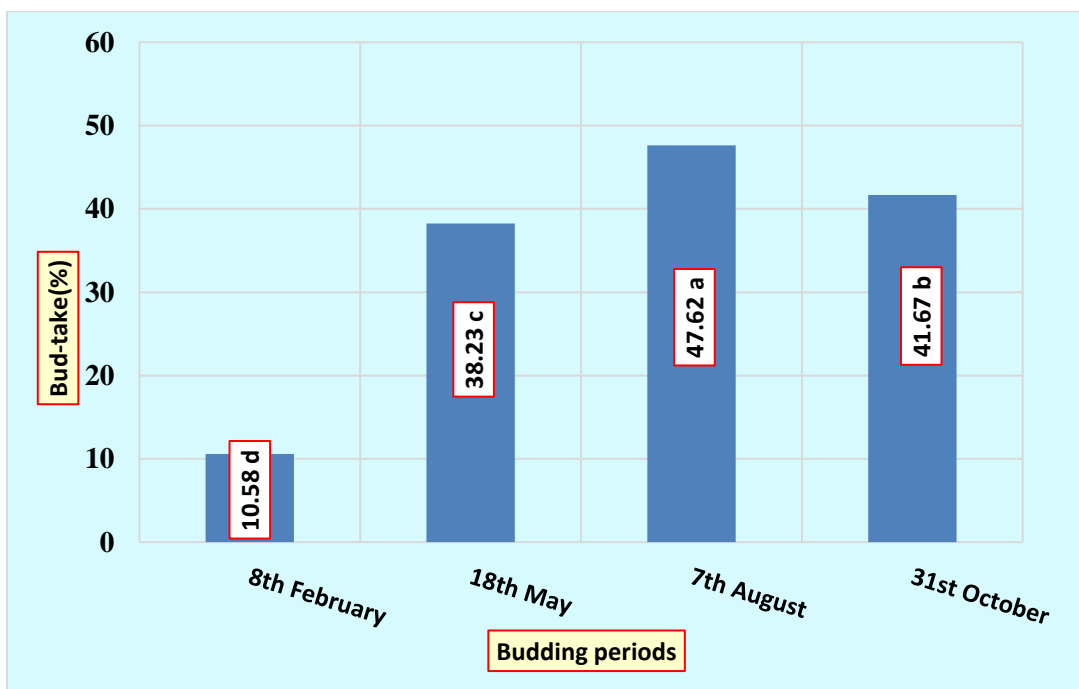


Figure 2. The bud-take rates of Hafif Çukurgöbek cultivar on the hawthorn rootstocks in different periods. ^(x)For each parameter different lowercase letters indicate significant difference by Tukey's test at 0.01

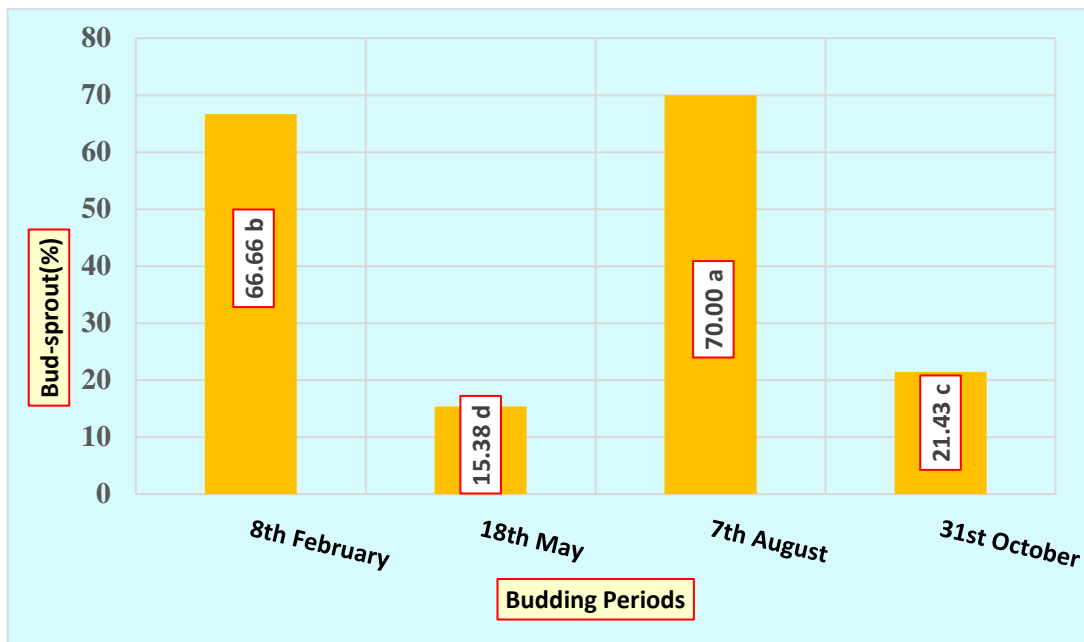


Figure 3. The bud-sprout rates of Hafif Çukurgöbek cultivar on the Hawthorn rootstocks in different periods. (x)For each parameter different lowercase letters indicate significant difference by Tukey's test at 0.01

Some factor such as different ecology, rootstock and cultivar characteristics, techniques of budding, and care after budding can affect to budding or grafting success rates (Polat, 2018). For these reasons, different results can be obtained from varies researches conducted in different ecological conditions with different species. Only one study on the use of hawthorn rootstocks in loquat cultivation has been found in the literature. In study by Jamil et al., (2012), the maximum budding success (80.00%) was taken from budding done in mid-May. Our budding success rates

(10.58%–47.62%) are lower than those of Jamil et al., (2012). Due to could not found enough literature for hawthorn rootstocks, it has been compared with some studies on quince rootstocks.

Vegetative trait

The graft shoot length, scion and rootstock trunk diameter are given in Table 1 and 2. In December 2019 measurements, the mean values of rootstock and scion diameter, and bud shoot length were measured as 15.04 mm, 5.38 mm and 12.60 cm, respectively (Table 1).

Tablo 1. The Vegetative Growth of "HÇG" Loquat Cultivar on Hawthorn Rootstock (December, 2019)

Budding periods	Stock diameter (mm)	Graft shoot diameter (mm)	Graft shoot length (cm)
8 th February, 2019,	15.39 a	4.78 b	11.55 b
18 th May, 2019	15.43 a	5.70 a	14.67 a
7 th August, 2019	14.29 b	5.66 a	11.57 b
Mean	15.04	5.38	12.60
Significance	*	**	**

(y) Different lowercase letters within a column are indicate significant difference by Tukey's test at 0.01 and 0.05.

In February measurements, these parameters were measured as 15.19 mm, 5.51 mm and 14.57 cm, respectively (Table 2). In both periods of measurement, the values of shoot length and diameter of budding done on 18th May 2019 was determined the higher than the other budding periods.

The budding periods had effect statistically significant on bud shoot diameter and length ($P < 0.01$), and on stock diameter ($P < 0.05$). The mean value of graft shoot length shows that the nurseries growth is very slow and the hawthorn rootstock reduces loquat growth.

Tablo 2. The Vegetative Growth of "HÇG" Loquat Cultivar on Hawthorn Rootstock (February, 2020)

Budding periods	Stock diameter (mm)	Bud shoot diameter (mm)	Bud shoot length (cm)
8 th February, 2019,	15.53 a	4.90 b	13.50 b
18 th May, 2019	15.61 a	5.83 a	17.00 a
7 th August, 2019	14.42 b	5.79 a	13.21 b
Mean	15.19	5.51	14.57
Significance	*	**	**

(v) Different lowercase letters within a column are indicate significant difference by Tukey's test at 0.01 and 0.05.

Our value of the bud shoot diameter and graft shoot length is lower than those of Jamil et al., (2012). In their studies, the highest shoot length value (19.3 cm) was determined in buddings on May 18, 2010, while the highest trunk diameter value (12.2 mm) was determined in buddings on May 18, 2009. This difference is expected. Because rootstocks in the study by Jamil et al., (2012) are 20-25 years old. The bud shoots on these rootstocks were growth more strongly.

Conclusion

The budding success could be affected by several factors such as air or soil temperature, humidity, budding period, budding type, pest and disease (Kaşka and Yılmaz, 1974; Hartmann et al., 1990). In this study, the highest budding success rate (47.62%) was obtained with chip budding performed on 7th August, 2019. It was followed by 31st October, 2019 with 41.67 % bud take. From the results of this work, it is induced that in spite of the difference between growth habits of the two genera used in this study, hawthorn which is a deciduous tree and loquat which is an evergreen tree, there were no signs of graft incompatibility between them, since there was a good union between them from the first step of the study until after about two years.

It can be concluded that hawthorn which tolerates many environmental stresses such as drought and unfavorable soil conditions, can be used as a promising rootstock for loquat production either as a dwarfing rootstock for high density orchard plantation, or as a drought resistant rootstock for being exploited against ongoing drought condition nowadays all-over the world. Preliminary results of this study show that hawthorn rootstock can be used in loquat cultivation (Figure 4).



Figure 4. A loquat sapling on hawthorn rootstock.

Further work should be conducted to increase budding success rates on hawthorn rootstocks and also research should be continued to determine the effects on fruit quality using this rootstock.

Author Contribution: The AAP designed the study, set up the trials, conducted the study, analyzed the data and wrote the article.

References

- Crane, J.H., & Caldeira, M.L. (2006). Loquat growing in the Florida Home Landscape; [accessed 2019 Jul 19]. <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Hartmann, H.T., Kester, D., & Davies, F.T. (1990). *Plant Propagation Principles and Practices*. Fifth Edition. Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Hueso, J.J., Cañete, M.L., & Cuevas, J. (2007). High-Density Loquat Orchards: Plant Selection and Management. *Acta Horticulturae*, 750, 349-353.
- Jamil, J.M.A., Fakhraddin, M.H.S., & Ibrahim, M.N. (2012). Utilization of Wild Hawthorn Rootstock for Water Harvesting under Rainfed Condition in Sulaimani Governorate. *Tikrit University Journal for Humanities*, 19(5), 121-133.
- Kaşka, N., & Yılmaz, M. (1974). *Horticultural Crops Production*. Çukurova University Agricultural Faculty

- publications, No: 79, p: 86.
- Lin, S.Q. (2007). World loquat production and research with special reference to China. *Acta Horticulturae*, 750, 37-44.
- Polat, A.A., & Kaska, N, (1992a). An investigation on the usage of Quince-A as a rootstock for loquat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 16, 745-755.
- Polat, A.A., & Kaska, N. (1992b). Determination of budding success in loquats budded on Quince-C rootstock. *Bahçe*, 21, 9-11.
- Polat, A.A. (1995). The effects of Quince-A rootstock on vegetative growth of loquat plants. *Derim*, 12, 84-88.
- Polat, A.A. (2018). The budding success in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) on different Quince rootstock. Proceedings of the IX International Agricultural Symposium (Agrosym 2018), (pp: 484-487), 4-7 October, 2018, Jahorina, Bosnia and Herzegovina.
- SAS Institute (2005). SAS Online Doc. Version 8. SAS Inst., Cary, N.C.
- Steel, R., & Torrie, J.H. (1980). *Principles and procedures of statistics*. 2nd ed. Mc Graw-Hill, New York.

Bazı organik preparat uygulamalarının Hacihaliloğlu kayısı çeşidinde meyve dökümü, kalitesi ve verimi üzerine etkileri

The effects of some organic preparation applications on fruit drop, quality and yield in Hacihaliloğlu apricot variety

Hüseyin KARLIDAĞ^{1*}, İbrahim Kutalmış KUTSAL¹, Fırat Ege KARAAT², Tuncay KAN¹

¹Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

²Adıyaman Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

To cite this article:

Karlıdağ, H., Kutsal, İ.K., Karaat, F.E. & Kan, T. (2021). Bazı organik preparat uygulamalarının Hacihaliloğlu kayısı çeşidinde meyve dökümü, kalitesi ve verimi üzerine etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 92-99.

DOI:10.29050/harranziraat.788317

Address for Correspondence:

Hüseyin KARLIDAĞ

e-mail:

huseyin.karlidag@ozal.edu.tr

Received Date:

31.08.2020

Accepted Date:

te:

17.11.2020

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



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

ÖZ

Malatya Ovası, ülkemizde kayısı tarımının en yoğun yapıldığı alan olup ovadaki kayısı ağaçları, düşük ilkbahar sıcaklıkları ve yüksek yaz sıcaklıkları gibi çeşitli sebeplerle küçük meyve dökümlerine neden olan abiyotik stres faktörleri etkisinde yetiştirilmektedir. Bu çalışmada da söz konusu meyve dökümlerini azaltmak ve aynı zamanda meyve kalitesini iyileştirmek amaçlarıyla bazı organik preparatların etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, 2010 yılında tesis edilmiş olan ve tamamı Hacihaliloğlu çeşidine ait kayısı ağaçlarını içeren bir üretici bahçesinde, altı farklı organik preparat kontrol uygulaması ile birlikte yapraktan püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Uygulamalar, çanak yaprakların meyveden ayrıldığı dönemde ve meyve uzunluğunun yaklaşık 7-8 mm olduğu dönemde yapılmış olup, yapılan uygulamalar meyve dökümü, verim, pomolojik özellikler, antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik bileşik içerikleri üzerine etkisi yönünden karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, yapılan uygulamaların incelenen tüm parametreler üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Çalışmada, meyve döküm oranı, ilk yıl % 1.50 ile 18.35 arasında ikinci yıl % 13.17 ile 26.48 arasında değişmiş olup her iki yılda da en yüksek meyve döküm oranı, kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Sonuç olarak çalışma kapsamında uygulanan organik preparatlardan U1 [(OM (% 35), OK (% 15), suda çözünür Potasyumoksit (K₂O) (% 1), OA (% 1) ve AAS (% 8)] ve U2 [OM (% 40), humik-fulvik asit (% 65) ve suda çözünür Potasyumoksit (K₂O) (% 8)]'nin ölçülen her parametrede ön plana çıktığı, bunun yanında denemeyi teşkil eden diğer tüm uygulamaların da meyve dökümünü kontrole göre önemli ölçüde azalttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler:Absisyon, Meyve kalitesi, *Prunus armeniaca* L., Meyve Dökümü, Verim

ABSTRACT

Malatya Plain is the area where apricot farming is the most intense in Turkey, and apricot trees are grown in the plain under the influence of abiotic stress factors such as low spring temperatures and high summer temperatures that cause small fruit drops for various reasons. In this study, the effects of some organic preparations have been investigated in order to reduce the fruit drops and also improve the fruit quality. For this purpose, in the years of 2018 and 2019, six different organic preparations were applied as foliar sprays together with control application on apricot trees of Hacihaliloğlu cultivar which were eight years old in the first year of the study. Applications were made in the period when the leaves were separated from the fruit and when the fruit length was about 7-8 mm and the applications were compared in terms of their effects on fruit drop, yield, pomological properties, antioxidant activity and total phenolic compound contents. As a result of the study, it was found that the applications made had an effect on all the parameters examined. The fruit drop rate in the first year of the study ranged from 1.50 to 18.35%, in the second year it ranged from 13.17%

to 26.48%, and in both years, the control application was the application in which the fruit drop occurred at the highest level. As a result, U1 [(OM (35%), OC (15%), water-soluble Potassium oxide (K₂O) (1%), ON (1%) and AAS (8%)] and U2 [OM (40%), humic-fulvic acid (65%) and water-soluble Potassium oxide (K₂O) (8%)] came to the fore in each parameter measured, and all other applications constituting the experiment significantly reduced fruit drop compared to control.

Key Words: Abscission, Fruit quality, *Prunus armeniaca* L., Fruit drop, Yield

Giriş

Kayısının (*Prunus armeniaca* L.) anavatanı Orta Asya'dan Batı Çin'e kadar uzanan çok geniş bir coğrafik alanı kapsamakta, Afganistan, Pakistan, Tacikistan, Kırgızistan, Özbekistan ve Batı Çin bu coğrafik alanın içinde kalmaktadır (Bailey ve Hough, 1975). Dünya yaş kayısı üretimi 2018 yılında 3.8 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup bu üretim içerisinde ülkemiz 750 bin ton ile birinci sırada yer almıştır (FAO, 2020). Ülkemizde kayısı üretimi yapılan iller arasında 401 ton ile toplam üretimin yarısından fazlasını gerçekleştiren Malatya ili birinci sırada yer almıştır (TÜİK, 2020).

Malatya Ovası; Tohma, Sultansuyu ve Fırat vadileri arasında kalan yaklaşık 830 km²'lik geniş bir alanı kaplamaktadır (Anonim, 2020). Malatya ilinin kayısı üretiminin büyük bölümü, Malatya Ovası'nda gerçekleştirilmekte olup ovada kayısı tarımı başta ilkbahar geç donları olmak üzere farklı abiyotik stres faktörlerinden etkilenmektedir. İlkbahar geç donlarının yanı sıra yaz aylarında meydana gelen yüksek sıcaklıklar, kış sonu ve ilkbahar başlangıcında meydana gelen sıcaklık dalgalanmaları, çiçeklenme dönemi ve ilk meyve gelişim döneminde hakim olabilen rüzgârlar, yağmur, dolu, su stresi yüksek bağıl nem ve çeşitli sebeplerle azalan arı aktivitesi ve özellikle düşük sıcaklıklar gibi olumsuz ekolojik koşullar çiçek tomurcuğu teşekkülünü, fotoasimilat birikimini, tozlanma-döllenmeyi ve meyve tutumunu olumsuz yönde etkilemekte, meyve dökümlerine neden olmakta ve dolayısıyla verim kayıplarına yol açabilmektedir (Viti ve Monteleone, 1991; Gradziel ve Weinbaum 1999; Torricalles ve ark., 2000; Alburquerque ve ark., 2003). Bayrak ve Engin (2016) kayısıda tomurcuk ve küçük meyve dökümü üzerine yapmış oldukları çalışmada, dökülen tomurcuk ve meyvelerin genel olarak azot, potasyum, magnezyum ve demir eksikliği nedeniyle gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Özellikle bu elementler içinde azot eksikliğinin meyve dökümünü önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Ağaçların bitki besleme uygulamaları ile sözü edilen olumsuz ekolojik koşullardan daha az etkilenmesini ve dolayısıyla meyve döküm şiddetini azaltabileceği ortaya konulmuştur.

Bitkilerin toprak üstü organları özellikle de yaprakları besin elementleri ve organik bileşenleri olarak kullanma özelliğindedirler. Topraktan besin elementi alınmalarının sınırlandığı ve besin gereksiniminin yüksek olduğu dönemlerde bu uygulamalar daha da önem taşımaktadır (Acarsoy ve ark., 2011). Özellikle meyve dökümlerinin yaşandığı meyve büyümesinin ilk aşamaları yapraktan yapılan besleme uygulamalarının yoğun olarak yapıldığı dönemlerdir. Meyve tutumunda makro ve mikro besin elementleri önemli bir rol oynamaktadır (Khayyat ve ark., 2007). Bu bağlamda, sağlıklı bir tozlanma için önem taşıyan çim borusunun gelişiminde potasyum önemli bir rol oynamaktadır (Holdaway-Clarke ve Hepler, 2003). Yapraktan KNO₃ gübreleme uygulamasının zeytinde meyve tutumu ve verimi artırdığı bildirilmiştir (Inglese ve ark., 2002). Cimato ve ark. (1990) zeytinde yapraktan azot uygulamasının meyve tutumu üzerinde olumlu etki gösterdiğini ifade etmektedirler. Ayrıca, ürenin azot kaynağı olmasının yanı sıra organik yapıya sahip bulunması nedeniyle diğer besin elementlerinin yapraktan alınmasını kolaylaştırdığı da bilinmektedir. Diğer taraftan bir mikro element olan bor, bitki gelişimindeki etkisi nedeniyle önemli iz elementlerden biri olarak kabul edilmektedir (Khayyat ve ark., 2007). Bor uygulamalarının, çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesi üzerine etkileri önceki çalışmalarda ortaya konmuştur (Nyomora ve ark., 1997).

Meyve türlerinin stres faktörlerine gösterdikleri tepkiler birbirinden farklı olabilmektedir. Kayısı ağaçları özellikle düşük ve

yüksek sıcaklık stres faktörlerine karşı hassas olan türlerden birisi olup Malatya ilindeki kayısı ağaçlarının %60-65'ini oluşturan Hacihaliloğlu çeşidi de hassas grupta yer almaktadır (Anonim, 2014). Bu nedenlerle bu çalışma Malatya ili Battalgazi ilçesinde üretici şartlarında yetiştirilen Hacihaliloğlu çeşidine ait kayısı ağaçlarında yapraktan uygulanan organik menşeli ürünlerin meyve dökümü ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Bu çalışma 2018 ve 2019 yıllarında Malatya ili Battalgazi ilçesi Adagören mahallesindeki üretici bahçesinde yürütülmüştür. Çalışma alanı Malatya Ovası içerisinde yer almakta olup deniz seviyesinden yüksekliği 720 m'dir. Çalışma alanında kaydedilen meteorolojik veriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanında 2017, 2018 ve 2019 yıllarında ölçülen bazı meteorolojik değerler

Table 1. Some meteorological values measured in the study area in 2017, 2018 and 2019

	Ocak <i>January</i>	Şubat <i>February</i>	Mart <i>March</i>	Nisan <i>April</i>	Mayıs <i>May</i>	Haziran <i>June</i>	Temmuz <i>July</i>	Ağustos <i>August</i>	Eylül <i>September</i>	Ekim <i>October</i>
2017										
OS	0.0	2.9	8.9	12.6	17.7	24.7	29.6	30.3	23.5	14.2
OMMS	5.8	10.3	16.5	20.4	25.5	32.6	37.7	37.8	34.5	23.1
OMNS	-5.2	-6.1	0.8	4.3	9.5	13.9	17.1	17.2	11.5	5.4
2018										
OS	4.2	6.4	11.5	15.1	18.9	23.7	27.7	28.1	22.4	15.5
OMMS	9.5	12.7	18.9	25.1	26.8	33.1	37.6	37.0	29.4	21.3
OMNS	-1.1	0.0	4.2	5.2	11.1	14.4	17.8	19.2	15.5	9.9
2019										
OS	0.5	3.4	7.0	11.8	20.2	25.9	25.5	26.4	20.3	15.9
OMMS	4.6	9.0	12.9	18.7	28.9	35.2	34.2	35.5	29.1	24.1
OMNS	-3.4	-2.1	1.1	5.4	10.5	16.1	16.9	17.7	11.4	7.8

OS: Ortalama sıcaklık, OMMS: Ortalama Maksimum Sıcaklık, OMNS: Ortalama Minimum Sıcaklık

OS: Average Temperature, OMMS: Average Maximum Temperature, OMNS: Average Minimum Temperature

Çalışmanın bitkisel materyalini 2010 yılında dikilmiş olan Hacihaliloğlu çeşidine ait kayısı ağaçları oluşturmuştur. Denemenin yürütüldüğü bahçe 10 × 10 m sıra arası ve sıra üzeri mesafe ile zerdali çöğür anacı kullanılarak tesis edilmiş olup çalışma süresince yetiştiricilik işlemleri gerektiği gibi yürütülmüştür.

Çalışma kapsamında yapılan uygulamalara ait bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir. Söz konusu uygulamalar çanak yaprakların meyveden ayrıldığı dönemde ve meyve uzunluğunun yaklaşık 7-8 mm olduğu dönemde yapılmıştır. Bu bağlamda

uygulama zamanı ilk yıl 31.03.2018, ikinci yıl ise 13.04.2019 şeklinde kaydedilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş olup her bir uygulama 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 ağaç olacak şekilde düzenlenmiştir. Uygulamalar yapraklara püskürtme şeklinde yapılmıştır. Uygulamalarda kullanılan organik preparatların içerikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Ayrıca preparatların yapraklarda tutunmasını arttırmak amacıyla yayıcı-yapıştırıcı olarak 20 ml/100 L oranında % 100 organik silikon kullanılmıştır.

Çizelge 2. Çalışma kapsamında yapılan uygulamalara ait bilgiler

Table 2. Information about the applications performed in the experiment

No	Preparat Bilgileri ve Uygulama Dozu
U1	OM (% 35), OK (% 15), suda çözünür Potasyumoksit (K ₂ O) (% 1), OA (% 1) ve AAS (% 8) - 100 ml / 100 lt
U2	OM (% 40), humik-fulvik asit (% 65) ve suda çözünür Potasyumoksit (K ₂ O) (% 8) - 70 gr / 100 lt
U3	OM (%26), OK (% 11), OA (% 4) ve AAS (% 25) - 80 ml / 100 lt
U4	U1'de belirtilen karışıma 100 ml / 100 lt oranında %8'lik suda çözünür Bor (B) ilave edilmiştir
U5	U2'de belirtilen karışıma 100 ml / 100 lt oranında %8'lik suda çözünür Bor (B) ilave edilmiştir
U6	U3'de belirtilen karışıma 100 ml / 100 lt oranında %8'lik suda çözünür Bor (B) ilave edilmiştir
U7	Sadece su uygulaması yapılmıştır

OM: Organik Madde, OK: Organik Karbon, OA: Organik Azot, AAS: Aminoasit

OM: Organic Matter, OK: Organic Carbon, OA: Organic Nitrogen, AAS: Amino acid

Meyve döküm oranı ve verim için her bir ağaçta, ağaçları temsil edecek şekilde farklı yönlerinden olmak üzere üçer dal seçilmiş, seçilen dallarda uygulama zamanı ve hasat olumu dönemlerinde meyve sayımları yapılmıştır (Güneyli ve Onursal, 2014). Meyve döküm oranı uygulama zamanı ve hasat olumu dönemlerinde yapılan sayımların oranlanması ile hesaplanmış, % olarak ifade edilmiştir. Toplam verim ise hasat olgunluğu döneminde her bir dalda sayılan meyve sayısı ile ortalama meyve ağırlığının çarpılması ile elde edilen değer dal kesit alanına bölünmesi ile g/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Dal kesit alanı, ilgili dalların dal kesit çaplarının hasat olumu döneminde dijital kumpas ile boğumun 5 cm üzerinden ölçülmesi ile elde edilen değerler kullanılarak daire alanı formülüne göre hesaplanmıştır.

Meyve özelliklerinden meyve ağırlığı hassas terazi (0.01 g) ile ölçülmüş gram cinsinden ifade edilmiştir. Meyve boyutları (meyve boyu, meyve yüksekliği ve meyve eni) dijital kumpas ile milimetre (mm) olarak ölçülmüştür. Renk değerleri dijital renk ölçer (3nh, NR10QC) ile ölçülmüş; L, a, b değerleri ile ifade edilmiştir. Kimyasal meyve özellikleri meyve örneklerinden elde edilen homojenize meyve suyunda ölçülmüştür. SÇKM değeri yüzde Brix olarak el refraktometresi (Greinorm 0-32 Brix) ile tespit edilmiştir. Titre edilebilir asitlik (TEA) Haffner ve Vestrheim (1997) tarafından belirtilen yöntemle göre belirlenmiş ve yüzde malik asit olarak ifade edilmiştir. Toplam Fenolik Bileşik İçeriği (TFBi) (mg GAE/100 mg) Folin Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965). Antioksidan Aktivitesi (AA) (mM Trolox/100 mg) ise 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radikali kullanılarak Blois'in metoduna göre spektrofotometrik olarak incelenmiştir (Blois, 1958).

Araştırma sonucunda elde edilen veriler Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre $P < 0.05$ önem seviyesinde değerlendirilmiştir. Söz konusu istatistik değerlendirmeler "SPSS for Windows 23.0" (IBM Inc., Chicago, IL, USA) paket programı

kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Meyve döküm oranı ve verim

Çalışma kapsamında elde edilen meyve döküm oranı ve verim sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çalışmanın her iki yılında da gerek meyve döküm oranlarında gerekse de verim değerlerinde uygulamalar arasında önemli farklılıklar elde edilmiştir. Yıllar arasında ise uygulamalardan elde edilen değerler farklılıklar göstermiştir. Çalışmanın ilk yılında en yüksek meyve döküm değerleri U2 ve U7 uygulamalarından (sırasıyla % 18.35 ve 17.58) elde edilirken, çalışmanın ikinci yılında en düşük değer yalnızca U7 uygulamasından (% 26.48) elde edilmiştir. En düşük meyve döküm değeri, çalışmanın ilk yılında, %1.5 ile U3 uygulamasından elde edilirken, ikinci yılda U2, U4 ve U5 uygulamalarından (sırasıyla % 13.91, 15.44 ve 13.17) elde edilmiştir. Verim değerlerinde 2018 yılında en yüksek değerler U4, U5 ve U6 (372.36, 375.27 ve 374.51 g/cm^2), 2019 yılında ise 644.48 g/cm^2 ile U2 uygulamasından elde edilmiştir. Buna karşılık en düşük değer, denemenin ilk yılında, 327.50 ve 324.67 g/cm^2 ile U2 ve U7, 2019 denemenin ikinci yılında ise 399.28 ve 387.40 g/cm^2 ile U6 ve U7 uygulamalarından elde edilmiştir.

Açıklanan bulguları destekler nitelikte, humik asit içeren bir preparatın Canino kayısı çeşidinde bitki gelişimini (sürgün uzunluğu, yaprak alanı ve yaprak nispi klorofil içeriği) kontrole göre artırdığı bildirilmiştir (Shaddad ve ark., 2005). Aynı çalışmada, humik asit uygulamasının yaprakların N, P ve K içeriklerini istatistiksel olarak önemli ölçüde arttırdığını ve bu durumun fotosentez etkinliğini olumlu yönde etkileyerek meyve tutum oranını da artırdığı bildirilmiştir. Benzer şekilde, humik asit ve fulvik asitin elma ve kayısıda verimi artırdığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Fathi ve ark., 2002; Fawzia - Eissa ve ark. 2003). Ayrıca, Karlıdağ ve ark. (2017), kayısıda bor uygulamasının abortif çiçek oluşumunu azaltarak meyve tutum oranını ve toplam verimi artırdığını bildirmiştir.

Çizelge 3. Farklı uygulamalardan 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen meyve döküm oranı ve verim sonuçları
Table 3. Fruit drop rate and yield results obtained from different applications in 2018 and 2019

No	Meyve Döküm Oranı (%) Fruit Drop Rate (%)		Verim (g cm ² ⁻¹) Yield (g cm ² ⁻¹)	
	2018	2019	2018	2019
U1	3.99 e	17.06 b	347.38 d	508.70 ab
U2	18.35 b	13.91 c	327.50 e	644.48 a
U3	1.50 f	17.93 b	353.22 d	420.28 b
U4	4.52 e	15.44 bc	372.36 c	415.18 b
U5	8.27 d	13.17 c	375.27 c	427.04 b
U6	6.85 d	17.89 b	374.51 c	399.28 c
U7	17.58 b	26.48 a	324.67 e	387.40 c

Her bir parametreye ait farklı harflerle işaretlenen değerler arasındaki farklar istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05)

Meyve kalite özellikleri

Her iki deneme yıllarında elde edilen fiziksel meyve kalite özelliklerine ait bulgular Çizelge 4'de verilmiştir. Buna göre, en yüksek meyve ağırlığı her iki yılda da U2 uygulamasından (sırasıyla 38.24 ve 37.24 g) elde edilmiştir. En düşük değer ise 2018 yılında 30.76 g ile U5 uygulaması, 2019 yılında ise 28.41 g ile U5 ve 29.26 g ile U6 uygulamalarından elde edilmiştir. Meyve boyu bakımından en yüksek değer 2018 yılında U1 (38.52 mm), 2019 yılında ise U1 (37.41 mm) ve U7 (37.31 mm) uygulamalarından saptanmıştır. Meyve yüksekliği için en yüksek değer, her iki yılda da U1 uygulamasından elde edilmiştir. Meyve boyu için her iki yılda, meyve yüksekliği için ise 2018 yılında U1 uygulaması dışındaki diğer uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. Meyve yüksekliği 2019 yılında U1, U2 ve U7 uygulamalarında, diğer uygulamalara daha yüksek değerler göstermiştir. Meyve eni için ilk yılda U1, U2, U3 ve U4 uygulamalarında, buna karşılık, ikinci yılda ise U1 uygulamasında en yüksek değer ölçülmüştür. Renk değerlerinden L için 2018 yılında, a ve b değerleri için ise 2019 yılında uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. 2019 yılında ise bu değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Diğer renk değerlerinde ise her iki yılda da uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında 74.31 ile en yüksek L değeri U1 uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmanın birinci yılında ise en yüksek a değeri U3 (16.97) ve U5 (15.69) uygulamalarından elde edilirken, b değeri için U3

ve U5 uygulamaları düşük değerler vermiş, diğer uygulamalar kendi aralarında istatistiki açıdan fark göstermeksizin nispeten yüksek değerler göstermiştir.

Bu konuda, kayısı ve farklı türlerde meyve kalite özelliklerinin çeşitli organik maddelerden olumlu yönde etkilendiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Buna göre, Bussi ve ark. (2003) "Bergeron" kayısı çeşidinde; Shaddad ve ark. (2005), Kabeel ve ark. (2005), El-Naggar (2009) "Canino" kayısı çeşidinde; Milošević ve ark. (2013) 'Aleksandar', 'Biljana' 'Vera' ve 'Harcot' kayısı çeşitlerinde; El-Gioushy (2016), Navel portakal çeşidinde; Grzyb ve ark. (2012), Topaz ve Ariwa elma çeşitlerinde çeşitli organik preparatların meyve ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, meyve ağırlığındaki bu artışın humik asit, fulvik asit, organik karbon ve çeşitli organik maddelerin içsel hormon miktarlarındaki değişim ve dolayısıyla da artan fotosentez aktivitesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Roussos ve ark. (2011) 3 farklı kayısı çeşidinde, farklı seviyelerde seyreltme uygulamalarının meyve renk değerleri üzerine etkilerini araştırdığı bir çalışmada, ağaçtaki meyve yükünün azalmasıyla Nafsika kayısı çeşidinde ait meyvelerin L değerinin arttığını, yani meyve kabuk renginin daha açık olduğunu bildirmişlerdir. Yürütülen bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4. Farklı uygulamalardan 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen fiziksel meyve kalite özelliklerine ait sonuçlar
Table 4. Results of physical fruit quality characteristics obtained from different applications in 2018 and 2019

No	MA (g)		MB (mm)		MY (mm)		ME (mm)		L		a		b	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
U1	36.50 b	35.41 b	38.52 a	37.41 a	43.32 a	42.21 a	37.83 a	36.70 a	76.61	74.31 a	7.34 b	6.56	45.39 a	40.58
U2	38.24 a	37.24 a	37.18 b	36.18 b	41.75 b	40.52 b	37.31 ab	34.33 b	70.72	65.06 b	8.16 b	8.11	44.56 a	44.29
U3	33.11 c	31.15 c	37.29 b	36.41 b	41.93 b	40.14 c	37.16 abc	34.19 b	71.36	65.65 b	16.97 a	15.27	38.83 bc	34.94
U4	32.82 c	31.21 c	37.07 b	36.31 b	40.63 b	40.41 c	37.14 abc	34.17 b	75.76	69.70 b	9.08 b	8.98	44.76 a	44.29
U5	30.76 d	28.41 d	36.56 b	35.98 b	40.59 b	39.78 c	36.52 cd	33.60 c	71.91	66.16 c	15.69 a	14.11	37.67 c	33.87
U6	32.74 c	29.26 d	37.04 b	36.02 b	41.20 b	40.21 c	36.26 d	33.36 c	75.93	69.86 b	9.97 b	9.27	42.65 ab	39.64
U7	32.55 c	30.41 c	37.35 b	37.31 a	41.12 b	41.94 b	36.60 bcd	33.67 c	75.78	69.72 b	12.35 ab	12.22	46.20 a	45.71

MA: Meyve Ağırlığı; MB: Meyve Boyu; MY: Meyve Yüksekliği; ME: Meyve Eni

MA: Fruit Weight; MB: Fruit Length; MY: Fruit Height; ME: Fruit Width

Her bir parametreye ait farklı harflerle işaretlenen değerler arasındaki farklar istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05)

Çalışma kapsamında etkinliği araştırılan farklı uygulamalardan 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen kimyasal meyve kalite özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Çalışmanın ilk yılında en yüksek SÇKM değerleri U5 ve U6 uygulamalarında (sırasıyla % 21.27 ve 21.70) elde edilmiş, bu uygulamaları % 21.03 ile U4 uygulaması takip etmiştir. Çalışmanın ikinci yılında, ilk yıla benzer şekilde, U4 (% 20.81) ve U6 (% 20.17) uygulamalarında en yüksek SÇKM değerleri ölçülmüştür. En düşük SÇKM değeri ise 2018 yılında U1, U2 ve U7, 2019 yılında U1 uygulamasından elde edilmiştir. En yüksek pH değerleri 2018 yılında 4.89 ile U1 ve U7 uygulamalarından elde edilirken, 2019 yılında ise U2, U4 ve U7 uygulamalarından (sırasıyla 4.77, 4.72, 4.84) elde edilmiştir. Titrasyon asitliği bakımından her iki yılda da en yüksek değerler % 0.28 ile U7 uygulamasından elde edilmiş, en düşük değerler ise her iki yılda da U4, U5 ve U6 uygulamalarından elde edilmiştir. Antioksidan aktivitesi değerlerinde 2019 yılında uygulamalar arasında önemli bir farklılık bulunmazken, 2018 yılında 0.88 µmol TE/g MA ile U5 uygulaması diğer uygulamalara göre daha yüksek bir değer vermiştir. Benzer şekilde U5 uygulaması 2018

yılında 672.09 µg GAE/g MA ile en yüksek toplam fenolik bileşik içeriği değerini veren uygulama olmuştur.

Tarantino ve ark. (2018), Orange Rubis kayısı çeşidi üzerine farklı organik preparatların etkilerini araştırdıkları çalışmada, yapraktan humik asit ve amino asit uygulamalarının, SÇKM değerlerini kontrole göre istatistiksel olarak önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, humik asit uygulanan kayısıların TA değerlerinin azaldığı ve pH değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar bu durumun içsel oksin miktarındaki artışla birlikte olgunlaşma hızının artması ve asitlerin parçalanmasından kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir. Benzer şekilde, aynı çalışmada kontrol grubunu temsil eden meyvelerin TFBİ değerleri, diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun kontrol grubu meyvelerinde asitlerin parçalanmasının daha yavaş gerçekleşmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, AA değerlerinin de kontrol grubunu temsil eden bitkilerde daha yüksek olarak bulunduğunu bunun sebebinin de TFBİ ve AA arasındaki kuvvetli pozitif korelasyondan kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Çizelge 5. Farklı uygulamalardan 2018 ve 2019 yıllarında elde edilen kimyasal meyve kalite özelliklerine ait sonuçlar
Table 5. Results of chemical fruit quality characteristics obtained from different applications in 2018 and 2019

No	SÇKM (%)		pH		TA (%)		AA (µmol TE/g MA)		TFBİ (µg GAE/g MA)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
U1	20.07 c	17.94 d	4.89 a	4.37 ab	0.24 b	0.21 b	0.79 b	0.71	603.87 b	539.86 b
U2	20.07 c	19.95 ab	4.80 ab	4.77 a	0.22 bc	0.22 b	0.77 b	0.77	588.71 b	585.18 ab
U3	20.30 bc	18.27 c	4.60 bc	4.14 b	0.21 c	0.19 bc	0.76 b	0.68	581.13 b	522.98 b
U4	21.03 ab	20.81 a	4.77 ab	4.72 a	0.18 d	0.18 bcd	0.76 b	0.75	576.08 b	569.97 ab
U5	21.27 a	19.12 bc	4.65 bc	4.18 b	0.18 d	0.16 d	0.88 a	0.79	672.09 a	604.27 a
U6	21.70 a	20.17 a	4.55 c	4.23 b	0.17 d	0.16 d	0.76 b	0.71	576.08 b	535.41 b
U7	19.67 c	19.46 b	4.89 a	4.84 a	0.28 a	0.28 a	0.76 b	0.75	578.61 b	572.48 ab

SÇKM: Suda Çözünür Kuru Madde. TA: Titrasyon Asitliği. AA: Antioksidan Aktivitesi. TFBİ: Toplam Fenolik Bileşik İçeriği.

SÇKM: Water Soluble Dry Matter. TA: Titration Acidity. AA: Antioxidant Activity. TFBİ: Total Phenolic Compound Content.

Her bir parametreye ait farklı harflerle işaretlenen değerler arasındaki farklar istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05)

Sonuç ve Öneriler

Kayısı tarımının dünyada en yoğun yapıldığı Malatya Ovası, bazı yıllar ilkbahar geç donlarına, özellikle son yıllarda ise küresel iklim değişikliğinin de etkileriyle çiçeklenme ve küçük meyve dökümünde düşük sıcaklık ve yüksek hava oransal nemi gibi olumsuz ekolojik koşullara maruz kalmaktadır. Bu durum çiçek ve küçük meyve dökümlerini arttırarak ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır. Bunların yanında, yine son yıllarda hasat öncesi dönemde meydana gelen yüksek sıcaklıklar, olgunlaşma sorunlarına yol açmakta ve ciddi kalite kayıplarına neden olmaktadır. Belirtilen sorunların çözülebilmesi adına yürütülen bu çalışmada, denemeyi teşkil eden preparatların meyve dökümünü azaltarak verimi arttırmak ve aynı zamanda meyve kalitesini iyileştirmek amacıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Ekler

Bu çalışma Tarım Sigortaları Havuz İşletmesi A.Ş. Genel Müdürlüğü (TARSİM) tarafından "Kayısıda Soğuk Stresi Zararının Don Zararından Ayırıştırılması ve Bu Zararın Azaltılması İçin Alınacak Önlemler" başlıklı proje kapsamında desteklenmiştir.

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

Yazar Katkısı: Hüseyin Karlıdağ çalışmayı tasarlayarak denemeleri kurmuş, Hüseyin Karlıdağ, İbrahim Kutalmış Kutsal, Fırat Ege Karaat ve Tuncay Kan çalışmayı yürütmüş, Hüseyin Karlıdağ, İbrahim Kutalmış Kutsal ve Fırat Ege Karaat verileri analiz etmiş, Fırat Ege Karaat, İbrahim Kutalmış Kutsal ve Hüseyin Karlıdağ makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

Acarsoy, N., Eryüce, N., Mısırlı, A., Gürbüz Kılıç, Ö., Kılıç, H., & Arda, E. (2011). Farklı bileşimlerde bor, azot ve potasyumlu yaprak gübrelerinin Domat zeytin çeşidinde çiçek tozu canlılığı, çimlenmesi ve meyve

tutumuna üzerine etkileri. *Zeytin Bilimi*, 2(2), 49-57. DOI: https://doi.org/10.1501/tarimbil_0000000919

Anonim (2014). Sonuç Raporu. Ulusal Kayısı Çalıştayı, 18-19 Kasım 2014, Malatya, <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/Duyurular/kayisimail.pdf> (Erişim Tarihi: 12.07.2020).

Anonim (2020). Coğrafi Konum, Malatya Valiliği <http://www.malatya.gov.tr/coGRAFI-konum> (Erişim Tarihi: 12.07.2020).

Albuquerque, N., Burgos, L., & Egea, J. (2003). Apricot flower development and abscission related to chilling, irrigation and type of shoots. *Scientia Horticulturae*, 98(3), 265-276. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0304-4238\(02\)00202-9](https://doi.org/10.1016/s0304-4238(02)00202-9)

Bailey, C. H., & Hough, L. F. (1975). Apricots. In J. Janick, J. N. Moore (Ed.) *Advances in Fruit Breeding*. Purdue University Press, Indiana USA.

Bayrak, M., & Engin, H. (2016). Bazı kayısı çeşitlerinde tomurcuk dökümleri ve tomurcuklardaki besin maddeleri üzerine araştırmalar. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 41-44.

Blois, M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200. DOI: <https://doi.org/10.1038/1811199a0>

Bussi, C., Besset, J., & Girard, T. (2003). Effects of fertilizer rates and dates of application on apricot (cv Bergeron) cropping and pitburn. *Scientia horticulturae*, 98(2), 139-147. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0304-4238\(02\)00203-0](https://doi.org/10.1016/s0304-4238(02)00203-0)

Cimato, A., Marranci, M., & Tattini, M. (1990). The use of foliar fertilization to modify sinks competition and to increase yield in olive (*Olea europaea* cv Frantoio). *Acta Horticulturae*, 286, 175-178. DOI: <https://doi.org/10.17660/actahortic.1990.286.34>

El-Gioushy, S. F. (2016). Productivity, fruit quality and nutritional status of Washington navel orange trees as influenced by foliar application with salicylic acid and potassium silicate combinations. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 8(2), 98-107.

El-Naggar, Y. I. (2009). *Physiological studies on fertilization of young apricot trees "Canino" cultivar*. Benha, Egypt.

Fawzia -Eissa M. (2003) Use of some biostimulants in activation of soil microflora for yield and fruit quality improvement of 'Canino' apricot. *Journal of Agricultural Research. Tanta University* 29 (1): 175 – 194.

Fathi, M. A., Fawzia – Eissa, M., & M. M. Yahia (2002) Improving growth, yield and fruit quality of 'Desert Red' peach and 'Anna' apple by using some biostimulants. *Minia Journal of Agricultural Research and Development*. 22 (4): 519 – 534.

FAO (2020). FAOSTAT, Food and Agriculture Organization Statistical Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 12.07.2020).

Gradziel, T. M., & Weinbaum, S. A. (1999). High relative humidity reduces anther dehiscence in apricot, peach and almond. *Hortscience*, 34, 322-325. DOI: <https://doi.org/10.21273/hortsci.34.2.322>

Grzyb, Z. S., Piotrowski, W., Bielicki, P., Sas Paszt, L., & Malusa, E. (2012). Effect of organic fertilizers and soil

- conditioners on the quality of maiden apple trees. // *International Organic Fruit Symposium* 1001 (pp. 311-321), 18-21 June 2012, Leavenworth, WA, USA. DOI: <https://doi.org/10.17660/actahortic.2013.1001.35>
- Güneyli, A., & Onursal, C.E. (2014). İklim meyve türlerinde hasat kriterleri. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Isparta/Türkiye <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/marem/Belgeler/Yeti%C5%9Ftiricilik%20Bilgileri/Il%C4%B1man%20%C4%B0klim%20Meyvelerinde%20Hasat%20Kriterleri.pdf> (Erişim tarihi: 20.06.2020).
- Haffner, K., & Vestreheim, S. (1997). Fruit quality of strawberry cultivars. *Acta Horticulturae*, 439, 325-332. DOI: <https://doi.org/10.17660/actahortic.1997.439.51>
- Holdaway-Clarke, T. L., & Hepler, P. K. (2003). Control of pollen tube growth: role of ion gradients and fluxes. *New Phytologist*, 159(3), 539-563. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00847.x>
- Inglese, P., Gullo, G., & Pace, L. S. (2002). Fruit Growth and Olive Oil Quality in Relation to Foliar Nutrition and Time of Application. *Acta Horticulturae*, 586, 507-509. DOI: <https://doi.org/10.17660/actahortic.2002.586.105>
- Kabeel, H., Abdel-Latif, G. S., & Khalil, A. A. (2005). Effect of soil application of different mineral and biofertilizer parameters, fruit properties and leaf nutrient content of Canino apricot trees. *Journal of Agricultural Science, Mansoura University*, 30(3), 1583-1594.
- Karlıdağ, H., Esitken, A., Turan, M., & Atay, S. (2017). The effects of autumn foliar applications of boron and urea on flower quality, yield, boron and nitrogen reserves of apricot. *Journal of Plant Nutrition*, 40(19), 2721-2727. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1381721>
- Khayyat M., Tafazoli, E., Eshghi, S., & Rajaei, S. (2007). Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc sprays on yield and fruit quality of date palm. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 2, 289-296.
- Milošević, T., Milošević, N., Glišić, I., Bošković-Rakočević, L., & Milivojević, J. (2013). Fertilization effect on trees and fruits characteristics and leaf nutrient status of apricots which are grown at Cacak region (Serbia). *Scientia Horticulturae*, 164, 112-123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.028>
- Nyomora, A. M. S., Brown, P. H., & Freeman, M. (1997). Foliar applied boron increases tissue boron concentration and nut set of almond. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122(3), 405-410.
- Roussos, P. A., Sefferou, V., Denaxa, N. K., Tsantili, E., & Stathis, V. (2011). Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. *Scientia Horticulturae*, 129(3), 472-478. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.021>
- Shaddad, G., Khalil, A., & M.A. Fathi (2005). Improving growth, yield and fruit quality of "Canino" apricot by using bio, mineral and humate fertilizers. *Minufiya Journal of Agricultural Research*, 30(1): 317-328.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Tarantino, A., Lops, F., Disciglio, G., & Lopriore, G. (2018). Effects of plant biostimulants on fruit set, growth, yield and fruit quality attributes of 'Orange rubis®' apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivar in two consecutive years. *Scientia Horticulturae*, 239, 26-34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.055>
- Torricalles, A., Domingo, R., Gelego, R., & Ruiz-Sanchez, M. C. (2000). Apricot tree response to withholding irrigation at different phenological periods. *Scientia Horticulturae*, 85(3), 201-215. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0304-4238\(99\)00146-6](https://doi.org/10.1016/s0304-4238(99)00146-6)
- TÜİK (2020). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Merkezi Dağıtım Sistemi, Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 12.07.2020).
- Viti, R., & Monteleone, P. (1991). Observations on flower bud growth in some low yield varieties of apricot. *Acta Horticulturae*, 293, 319-326. DOI: <https://doi.org/10.17660/actahortic.1991.293.37>

Effects of irrigation termination dates on grain yield, kernel moisture at harvest and some agronomic traits of maize

Sulama sonlandırma zamanlarının mısırın (Zea mays L.) tane verimi, hasatta tane nemi ve bazı tarımsal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi

Erdal GÖNÜLAL^{1*}, Süleyman SOYLU², Mehmet ŞAHİN³

¹Bahri Dagdas International Agriculture Research Institute, 42010, Konya-Turkey

²Selcuk University Agricultural Faculty, Department of Field Crops, 42031, Konya-Turkey.

³Selcuk University Agricultural Faculty, Department of Department of Agricultural Structures and Irrigation, 42031, Konya-Turkey.

To cite this article:

Gönülal, E., Soylu, S. & Şahin, M. (2021). Effects of irrigation termination dates on grain yield, kernel moisture at harvest and some agronomic traits of maize. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 100-108.

DOI: 10.29050/harranziraat.822395

Address for Correspondence:

Erdal GÖNÜLAL

e-mail:

erdalgonulal@hotmail.com

Received Date:

06.11.2020

Accepted Date:

30.12.2020

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



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

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of different irrigation termination dates on maize grain yield, kernel moisture at harvest and some other agronomic traits. The relationships between irrigation termination dates and investigated traits were visually assessed through biplot analysis. Experiments were conducted for two years (2016 and 2017) with three replications in Konya-Karapınar ecological condition. Irrigations were terminated at eight different dates (S₁: R2 blister stage; S₂: R3 early milk stage; S₃: R3 milk stage; S₄: R3 late milk stage; S₅: R4 dough stage; S₆: R5 early dent stage; S₇: R5 dented stage; S₈: R5 late dent stage). The amount of irrigation water applied to the subjects in the study varied between 458-475 mm (S₁) and 738-744 mm (S₈). Irrigation water amount has been important in differences between subjects. As a result of the study, early irrigation termination date (S₁: 1046 kg / da yield and 11.7% moisture) has low harvest moisture and grain yield. However, despite high yield levels, late irrigation termination dates had high kernel harvest moisture levels (S₇:16100 kg ha⁻¹ grain yield; and 18.8% moisture; S₈:16240 kg ha⁻¹ grain yield and 19.6% moisture). In terms of grain yield and harvest moisture, S₄ (14050 kg ha⁻¹ grain yield and 14.2% harvest moisture), S₅ (14170 kg ha⁻¹ grain yield and 15.0% moisture) and S₆ (14880 kg ha⁻¹ grain yield and 16.1% moisture) treatments had similar values and were considered to be as the most appropriate irrigation termination dates.

Kernel weight per ear varied between 150.6 (S₁) and 238.7 g (S₇); number of kernels per ear varied between 677 (S₁) and 741 kernels (S₅), ear lengths varied between 16.7 (S₁) and 24.1 cm (S₄), thousand-kernel weights varied between 271 g (S₁) and 381 g (S₈), hectoliter weights varied between 74.3 (S₁) and 78.1 kg (S₄) and number of days to physiological maturity varied between 112.5 (S₁) and 124.5 days (S₈).

Key Words: Biplot analysis, Corn, Irrigation, Last irrigation, Water stress

Öz

Bu çalışma, farklı sulama sonlandırma tarihlerinin mısır tane verimi, hasatta tane nemi ve diğer bazı tarımsal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak için yürütülmüştür. Sulamanın sona erme tarihleri ile incelenen özellikler arasındaki ilişkiler, biplot analizi yoluyla görsel olarak değerlendirilmiştir. Çalışma Konya-Karapınar ekolojik koşullarında iki yıl (2016 ve 2017) süreyle üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sulamalar sekiz farklı tarihte sonlandırılmıştır (S₁: R2 blister aşaması; S₂: R3 erken süt olum dönemi; S₃: R3 süt olum dönemi; S₄: R3 geç süt olum dönemi; S₅: R4 hamur olum dönemi S₆: R5 erken diş olum dönemi; S₇: R5 diş olum dönemi; S₈: R5 geç diş olum dönemi). Araştırmada konulara uygulanan sulama suyu miktarı 458-475 mm (S₁) ile 738-744 mm (S₈) arasında değişmiştir. Konular arasındaki farklılıklarda sulama suyu miktarı önemli olmuştur. Erken sulama sonlandırma tarihlerinde hasatta tane nemi ve tane verimi düşük olmuştur (S₁: 10460 kg ha⁻¹ tane verimi; % 11.7 nem). Ancak, yüksek tane verimi

seviyelerine rağmen, geç sulama sonlandırma tarihleri yüksek tane nemine sahip olmuştur (S_7 : 16100 kg ha⁻¹ tane verimi; ve % 18.8 nem; S_8 : 16240 kg ha⁻¹ tane verimi ve % 19.6 nem). Tane verimi ve hasat nemi açısından S_4 (14050 kg ha⁻¹ tane verimi ve % 14.2 hasat nemi), S_5 (14170 kg ha⁻¹ tane verimi ve % 15.0 nem) ve S_6 (14880 kg ha⁻¹ tane verimi ve % 16.1 nem) uygulamaları benzer değerlere sahip olmuş ve en uygun sulama sonlandırma tarihleri olarak belirlenmiştir.

Koçanda tane ağırlığı 150.6 (S_1) ve 238.7 g (S_7) arasında; koçanda tane sayısı 677 (S_1) ve 741 (S_5) arasında, koçan uzunlukları 16.7 (S_1) ve 24.1 cm (S_4) arasında, bin tane ağırlıkları 271 g (S_1) ve 381 g (S_8) arasında, hektolitreye ağırlıkları 74.3 (S_1) ve 78.1 kg (S_4) arasında ve fizyolojik olum gün sayısı 112.5 (S_1) ile 124.5 gün (S_8) arasında değişmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biplot analizi, Mısır, Sulama, Son sulama, Su stresi

Introduction

Maize is a warm-season crop. Among the cereals, maize ranks third in cultivated lands and the first in production quantity in the worldwide. According to statistics of the year 2019, maize is cultivated over 638 828 ha land area in Turkey and about 6 million tons of production was realized (Anonymous, 2019). Konya province has the greatest maize cultivation lands (124.535 ha) and together with Karaman and Aksaray provinces with a similar climate became an important grain maize production basin of the country (Anonymous, 2019). Maize has quite a high adaptation capacity, thus is produced in several regions (Kırtok, 1998). In Turkey, maize is grown under rain-fed conditions without irrigation in some regions, but irrigation is essential in Konya and the other provinces with similar ecologies. Efficient water use in maize plants is negatively influenced by climate change and such an efficient use of water is a significant issue for sustainability of water resources and agricultural activities (Xu and Hsiao, 2004). Konya basin has 1.8 billion m³ available ground and surface water potential, but annual amount of irrigation water used in the region is around 2.6 billion m³. Therefore, there are important water shortages in the region and such a case exerts serious threats on sustainability of water resources (Anonymous, 2009). Additionally considering the irrigation costs in region, it is seen that the irrigation termination dates is important. In present research area, maize cultivation has achieved a serious progress with the aid of agricultural technologies and extension efforts. Various innovations, especially drip irrigation technologies, are used in the region at a level

above the country averages. Maize growing season of the region is shorter than the other regions. Such shorter growing seasons should be taken into consideration while selecting cultivars to be grown and designating sowing and harvest dates and kernel moisture level at harvest (Vartanlı and Emeklier, 2007). Prices are lower for high kernel moisture at harvest levels and such high moistures also generate serious problems in storage of maize kernels. Therefore, maize is generally harvested toward the end of November in the region (Sade et al., 2007). Such a case then increases harvest losses and costs and results in less time left for soil tillage for subsequent plants. The ideal kernel moisture level is between 13-16% to have less harvest losses, no problems in marketing and storage (Vartanlı and Emeklier, 2007).

Although there are several studies about maize cultivation both in the region and in Turkey, number of studies about the effects of irrigations and especially of the irrigation termination dates on kernel moisture at harvest, yield and the other agronomic traits is quite limited. Therefore, present study aimed to identify optimal irrigation termination dates in maize cultivation.

Material and Methods

This study was conducted under ecological conditions of Konya-Karapınar (37° 41' 14.40" N and 33° 30' 13.12" E) for two years (2016 and 2017). Present research site has the greatest grain maize cultivation production in Konya province. The research area had a dominant terrestrial climate with long-term average annual precipitation of less than 300 mm. Majority of this precipitation falls in winter months out of the

maize growing season. When the monthly precipitations between April – September were evaluated (Table 1), it can be seen that the

research site was a marginal region in terms of precipitation total and distribution.

Table 1. Some meteorological data of the experimental area

		Av.temp.(°C)	Max.Temp.(°C)	Min.Temp.(°C)	Precipitation (mm)
May	2016	16.0	30.7	3.0	2.7
	2017	15.5	30.6	3.3	33.0
	1963-2017	15.4	30.5	0.9	35.4
June	2016	21.8	35.0	7.7	25.0
	2017	21.0	34.4	8.0	15.6
	1963-2017	19.6	34.0	5.6	25.3
July	2016	24.0	37.8	9.9	8.3
	2017	24.3	37.9	13.9	0.0
	1963-2017	22.8	36.6	8.9	8.1
August	2016	24.4	36.7	13.2	3.4
	2017	23.3	36.5	7.9	29.4
	1963-2017	22.1	32.0	5.1	4.1
September	2016	17.5	32.0	5.1	26.4
	2017	20.5	35.2	5.9	0.0
	1963-2017	17.5	33.1	4.9	10.1

Besides climate data, the region has also exceptional soil characteristics. Experimental soils were poor in organic matter and had high lime

contents. Soils were unsaline and had high pH levels. Upper layers were sandy in texture (Table 2).

Table 2. Some soil properties of the experimental area

Depth (cm)	Structure	Field Capacity (%)	Wilting Point (%)	Bulk density (g cm ⁻³)	pH	EC (dSm ⁻¹)	Lime (%)	Organic carbon (%)
0-30	SCL	20	9.6	1.37	7.8	0.42	33.5	0.75
30-60	C	24.5	12.6	1.30	8.1	0.45	28.7	0.64
60-90	C	28	15.4	1.22	8.2	0.44	29.4	0.35

The maize cultivar of DKC 5741 in FAO 500 maturity group, commonly grown in the region, was used as the plant material of the study. Experiments were conducted in randomized blocks design with three replications. Eight different irrigation termination dates (S₁: R2 blister stage; S₂: R3 early milk stage; S₃: R3 milk stage; S₄: R3 late milk stage; S₅: R4 dough stage; S₆: R5 early dent stage; S₇: R5 dented stage; S₈: R5 late dent stage) were investigated. 24 plots were generated for 8 irrigation termination dates and 3 replicates. Each plot was 5 m long and had 6 rows, row spacings were 70 cm and on-row plant spacings were 18 cm. Sowing was performed on 30th of April in 2016 and 2nd of May in 2017. Based on soil analysis, 100 kg ha⁻¹ phosphorus (P) was

applied at sowing as triple superphosphate (20% P) and 250 kg ha⁻¹ nitrogen (N) fertilizer was applied as three splits. Ammonium sulfate (21% N) was used as a nitrogen source. Soil moisture was monitored with gravimetric method and soil moisture was brought to field capacity in each irrigation with pressure-regulated drip irrigation. In study, laterals that have 33 cm dripper spacing and 2 L h⁻¹ dripper discharge were used. According to the results of soil samples taken at a depth of 90-120 cm after irrigation, it was observed that there was no deep infiltration. Amount of irrigation water, precipitation, change in soil water and evapotranspiration applied in each treatment are provided in Table 3.

Evapotranspiration was calculated according to

Equation 1, considering the moisture content in the 90 cm soil profile (Doorenbos and Kassam, 1979).

$$ET = I + P - D_p \pm CSW \quad (1)$$

In equation 1; ET= Evapotranspiration (mm), I= Irrigation water quantity (mm), P= Precipitation (mm), D_p= Deep percolation (mm), CSW: Change in soil water storage (mm) between planting and harvest.

Table 3. Amount of irrigation water, precipitation, change in soil water and evapotranspiration applied at treatments

Years	Irrigation Levels	Irrigation Number	Irrigation water (mm)	Precipitation (mm)	Change in soil water (mm)	Evapotranspiration (mm)
2016	S ₁	7	458	36.0	55.9	549.9
	S ₂	8	495	36.0	57.6	588.6
	S ₃	9	542	39.4	40.6	622.0
	S ₄	10	573	39.4	35.8	648.2
	S ₅	11	623	39.4	29.7	692.1
	S ₆	12	658	39.4	28.9	726.3
	S ₇	13	701	44.6	21.9	767.5
	S ₈	14	738	47.2	22.4	807.6
2017	S ₁	8	475	48.6	59.8	583.4
	S ₂	9	523	48.6	54.3	625.9
	S ₃	10	563	59.8	48.6	671.4
	S ₄	11	589	63.7	39.4	692.1
	S ₅	12	636	63.7	33.8	733.5
	S ₆	13	674	78.0	35.5	787.5
	S ₇	14	713	78.0	29.5	820.5
	S ₈	15	744	78.0	27.6	849.6

* S₁: R2 blister stage; S₂: R3 early milk stage; S₃: R3 milk stage; S₄: R3 late milk stage; S₅: R4 dough stage; S₆: R5 early dent stage; S₇: R5 dented stage; S₈: R5 late dent stage

In all treatments, initial irrigation was performed through sprinkler irrigation to bring the soil moisture to field capacity. Drip irrigation system was used in the study. The last irrigations were practiced between 1st of August (S₁) and 5th of September (S₈) in 2016 and between 3rd of August (S₁) and 7th of September (S₈) in 2017. Harvest was performed manually on 28th of October in 2016 and 1st of November in 2017. Harvested ears were threshed in a thresher and weighed to get yield per hectare. Besides grain yield, kernel moisture at harvest, thousand-kernel weight, hectoliter weight, number and weight of kernels per ear and number of days to physiological maturity were determined in accordance with the methods specified by Eichelberger et al. (1989). Experimental data were subjected to analysis of variance with JMP 11.2.1 statistical software. Significant means were compared with the aid of LSD test. GGE-biplot software was used for visual assessment of the relationships between irrigation termination dates and the investigated traits over the average of two years (Yan, 2014).

Results and Discussion

In the experiment, the differences between the irrigation termination dates were found to be significant ($p < 0.01$) for all traits, except for hectoliter weight.

Grain yield and kernel moisture at harvest

The earliest irrigation termination date S₁ (10460 kg ha⁻¹) coincided with the end of pollination and thus resulted in a sharp decline in grain yield. Previous researchers worked on deficit irrigation in maize and indicated that at the end of pollination and right after pollination as the most sensitive periods against water stress (Eck, 1984). Similar with the present findings, previous researchers working on deficit irrigation also reported decreasing maize grain yields with earlier irrigation termination dates (Yerdoğan and Gozubenli, 2015; Sahin, 2016).

Grain yields increased with delaying of the last irrigation and the greatest grain yield were obtained at S₈ (16240 kg ha⁻¹) treatment.

However, such late irrigations may be disadvantageous in terms of kernel moisture at harvest (Table 4). Irrigation water amount has been important in differences between subjects in terms of grain yield.

Table 4. Grain yield, kernel moisture at harvest, hectoliter weight and thousand kernel weight values obtained at different irrigation termination dates

ITD	Grain yield (kg ha ⁻¹)**			Kernel moisture at harvest (%)**			Thousand-kernel weight (g)**		
	2016	2017	Mean	2016	2017	Mean	2016	2017	Mean
S ₁	11270	9640	10460 d	13.5 e	10.0 f	11.7 e	280	222	271 d
S ₂	11440	11340	11390 d	13.0 e	14.0 d	13.5 d	334	299	317 c
S ₃	12850	12400	12630 c	15.8 c	13.0 e	14.4 c	350	323	336 bc
S ₄	13100	14990	14050 b	14.1 d	14.2 d	14.2 c	372	344	358 ab
S ₅	13810	14520	14170 b	15.7 c	15.3 c	15.0 c	402	352	377 a
S ₆	14550	15200	14880 b	16.2 c	16.0 c	16.1 b	382	355	369 a
S ₇	15770	16430	16100 a	20.5 a	17.1 c	18.8 a	406	351	379 a
S ₈	15850	16620	16240 a	21.4 a	17.8 b	19.6 a	411	352	381 a
Mean	13580	13890	13740	16.3	14.7	15.5	367 a	330 b	349
LSD(%5)	Year:ns Year x ITD:ns ITD:1050			Year:ns Year x ITD:1.97 ITD:1.39			Year:12.8 Year x ITD:ns ITD:25.6		
CV	6.5			7.5			6.2		

S₁: R2 blister stage; S₂: R3 early milk stage; S₃: R3 milk stage; S₄: R3 late milk stage; S₅: R4 dough stage; S₆: R5 early dent stage; S₇: R5 dented stage; S₈: R5 late dent stage, ITD: Irrigation termination dates, ns: non-significant; ** significant at P ≤ 0.01

Kernel moistures at harvest varied with the irrigation termination dates and applied irrigation water quantities. The lowest moisture ratios were observed in S₁ (11.7%) treatments. The highest kernel moistures were observed in later irrigation termination dates (S₇ and S₈) (Table 4). High kernel moistures observed in S₇ and S₈ are not desired in grain maize cultivation (Vartanlı and Emeklier, 2007). In Central Anatolia-like regions with limited vegetation period, grain yields should be assessed together with kernel moisture and harvest moisture levels should also be taken into consideration in all the other agronomic practices. Therefore, as can be seen in Table 5, S₄ (14050 kg ha⁻¹ yield and 14.2% moisture) and S₅ (14170 kg ha⁻¹ yield and 15.0% moisture) treatments seemed to be the best periods for termination of irrigations in terms of both the grain yield and moisture content at harvest. Supporting present findings, Klocke et al. (1996) indicated optimum irrigation termination period in maize cultivation as 2-4 weeks before physiological maturity. Similar with the present findings on kernel moisture at harvest, Sahin (2016) also reported high moisture levels at late irrigation terminations.

Thousand-kernel weight

As it was in grain yield and kernel moisture at harvest, irrigation termination dates also influenced thousand-kernel weights. The lowest value was observed in S₁ (271 g) treatment and greatest value was observed in S₈ (381 g) treatment (Table 4). Average thousand-kernel weight was measured as 349 g and this value was similar with the values reported by Sakin et al. (2016). Similar with the present findings, Yerdogan and Gozubenli (2015), Sahin (2016) also reported that the lowest thousand-kernel weights at early irrigation termination dates and increasing values with the late irrigation termination dates.

Number of kernels per ear

As it was in grain yield and the other yield-related parameters, early irrigation termination dates negatively influenced number of kernels per ear. The lowest value was observed at S₁ (677 kernels) treatments and the highest value was observed at S₈ (739 kernels) treatment (Table 5).

Table 6. Kernel weight and number per ear and ear length values in obtained from different irrigation termination dates.

ITD	Kernel weight per ear(g)**			Number of kernel per ear **			Ear lenght (cm)**		
	2016	2017	Mean	2016	2017	Mean	2016	2017	Mean
S ₁	174.1 c	127.2 d	150.6 d	688	666	677 e	16.1	17.2	16.7 e
S ₂	171.5 c	207 a-c	189.2 c	720	700	710 d	18.4	18.6	18.5 d
S ₃	204.2 b	183.4 c	193.8 c	738	715	726 c	20.1	20.3	20.2 c
S ₄	196.7 bc	216 ab	206.4 bc	746	724	735 b	23.1	25.0	24.1a
S ₅	210.1 b	202 bc	206.0 bc	752	730	741 a	22.7	23.4	23.1 a
S ₆	221.4 ab	224.9 ab	223.2 ab	751	729	740 a	22.2	24.0	23.1 a
S ₇	239.9 a	237.4 a	238.7 a	741	728	735 b	22.7	24.5	23.6 a
S ₈	241.2 a	231.6 ab	236.4 a	750	728	739 ab	22.3	23.9	23.2 a
Mean	207.4	203.7	205.5	736 a	715 b	725	21	22.1	21.6
LSD(5%)	Year:ns Year x ITD:27.1 ITD:19.1			Year:2.5 Year x ITD: ns ITD:5.1			Year:0.87 Year x ITD:ns ITD:1.74		
CV	7.9			1.2			4.6		

S₁: R2 blister stage; S₂: R3 early milk stage; S₃: R3 milk stage; S₄: R3 late milk stage; S₅: R4 dough stage; S₆: R5 early dent stage; S₇: R5 dented stage; S₈: R5 late dent stage, ITD: Irrigation termination dates, ns: non-significant; ** significant at P ≤ 0.01

Maize plants have the greatest water requirement just before tasseling period and subsequent 15-20 days (Kirtok, 1998; Gonulal and Soylu, 2019) and water deficits in these periods together with increasing temperatures reduces both the yield and number of kernels per ear.

Kernel weight per ear

Kernel weight per ear is directly related to thousand-kernel weight and number of kernels per ear (Kirtok, 1998) and it was negatively influenced by early irrigation termination dates. The lowest value was observed at S₁ treatments (150.6 g) and the greatest values were observed at S₇ (238.7 g) treatments. The S₆ treatment (223.2 g), recommended for grain yield and kernel moisture at harvest, was also in the same statistical group and had high kernel weight per ear (Table 4 and 5). Kernel weight per ear is a significant parameter for grain yield in maize and greatly influenced by water deficits at tasseling and early kernel filling periods (Kirtok, 1998). Present findings on kernel weight per ear comply with the findings of Yerdogan and Gozubenli (2015) and Sahin (2016).

Ear length

In study the lowest values were observed in S₁ (16.7 cm) treatment and the greatest values were observed in S₇ (23.6 cm) treatment (Table 5). Ear length is related to number of kernels per ear and

the factors reducing number of kernels per ear also reduced ear lengths. Supporting present findings, previous studies on the last irrigation in maize cultivation (Yerdogan and Gozubenli, 2015; Sahin, 2016) indicated that irrigation termination at tasseling and early kernel formation periods decreased ear lengths.

Hectoliter weight.

The average hectoliter weight was measured as 74.5 kg in 2016 and as 77.9 kg in 2017. The average value was 76.2 kg. Present findings comply with the values reported by Gur and Kara (2019) and Saygı and Toklu (2017). The differences between hectoliter weights of irrigation termination dates were not found to be significant. The lowest value was observed at the earliest irrigation termination date of S₁ treatment (74.3 kg) and S₃-S₈ treatments (76.5 kg - 76.4 kg) had similar and closer values to each other (Fig.1 a). Similar with the present findings, Yerdogan and Gozubenli (2015) also reported the lowest hectoliter weight of flint corn for the earliest irrigation termination date.

Number of days to physiological maturity

Number of days to physiological maturity increased with the delaying of irrigation termination dates. As the average of two years, number of days to physiological maturity was identified as 117.5 days. The lowest values were

observed in early irrigation termination dates (S_1 : 112.5 days, S_2 : 112.5 days and S_3 : 113.5 days, respectively) and the greatest values were

observed at late irrigation termination dates (S_7 : 123.5 days and S_8 : 124.5 days) (Fig. 1 b).

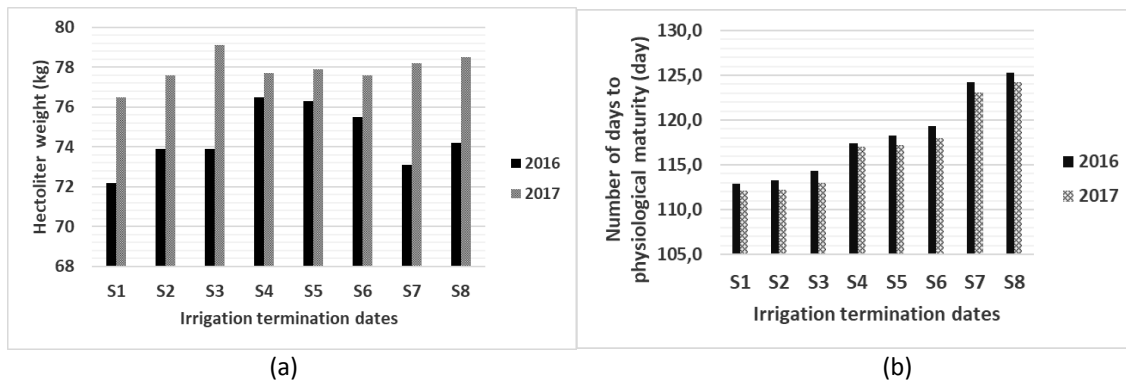
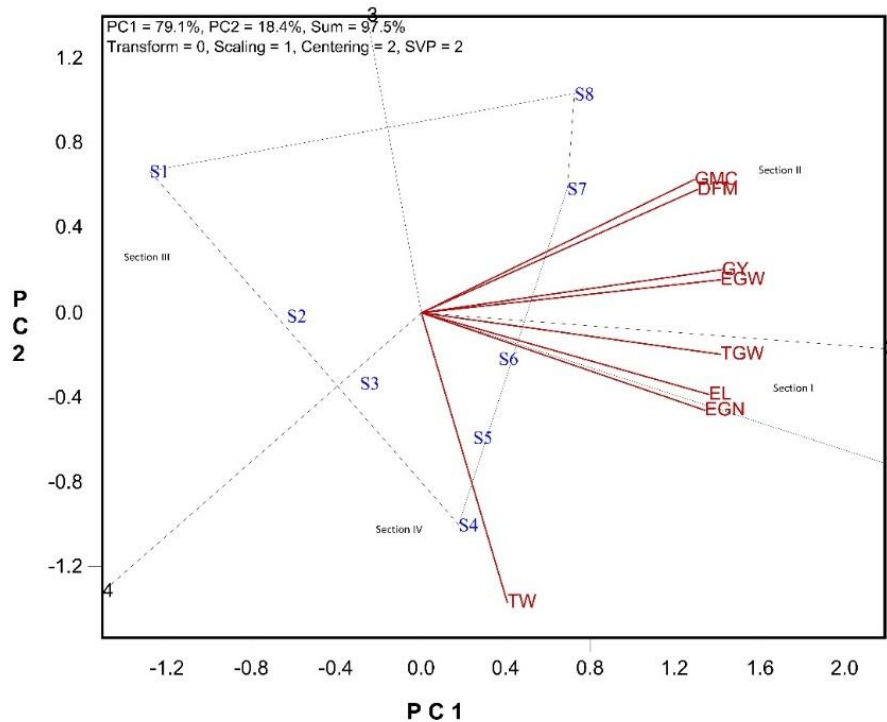


Figure 1. Hectoliter weight (a) and number of days to physiological maturity values in obtained at different irrigation termination times (b).

Biplot assessments for the relationships between irrigation termination dates and investigated traits.

for visual assessment of the relationships between irrigation termination dates and investigated traits was presented in Figure 2.

Biplot graph generated over two-year averages



GY: Grain yield; **GMC:** Kernel moisture at harvest; **TW:** Hectoliter weight; **TGW:** Thousand-kernel weight; **EGW:** Kernel weight per ear; **EGN:** Kernel number per ear; **EL:** Ear length; **DFM:** Number of days to physiological maturity

Figure 2. Biplot graph generated over two-year averages for visual assessment of the relationships between irrigation termination dates and investigated traits.

Biplot allows visual assessment of the relationships between irrigation termination dates and investigated traits on a single graph (Yan and Frégeau-Reid, 2008). The first component explained 79.4% and the second

component explained 18.4% of total variation (Figure 2). Such high explanation rates are desired in GGE biplot graphs (Fıncıoğlu et al., 2012) and reliable interpretations can be made by the researches at these high explanation rates (Yan et

al., 2007). In general, diagonal genotypes are considered to be superior over the others in the same sector (Yan and Kang, 2003). Present biplot had 4 sectors and 4 diagonals (S_1 , S_4 , S_7 , S_8). The second sector with S_7 and S_8 diagonal treatments included GY, DFM, GMC and EGW parameters (Figure 2). These traits have high correlations among them and had high value in late irrigation termination dates (S_7 and S_8 treatments) (Table 5 and 6). Similar with the present findings, Sahin (2016) reported increased grain yield and kernel moisture at harvest levels in maize with late irrigation terminations. In biplot graph, TW and EGN traits were placed into the 4th sector with diagonal S_4 treatment. The greatest TW values were observed in S_4 and S_5 treatments and the greatest EGN values were observed in S_5 and S_6 treatments. There were not any traits in the 3rd sector of the graph and the first sector included TGW and EL traits (Figure 2). In this sector, there were not any diagonals. The greatest TGW values were observed in S_8 and S_7 treatments and the greatest EL value was observed in S_4 treatment.

Conclusion

The present experimental site is the largest grain maize production region of Turkey and also the driest section of the country. In this region and similar ecologies, several studies were conducted on maize growing techniques and various techniques were put into practice at the end of these studies. However, number of studies about marketing and storage of grain maize, about irrigation termination dates with a significant effect on kernel moisture at harvest and grain yields is quite limited. Therefore, this study was conducted to investigate the effects of different irrigation termination dates on grain yield, kernel moisture at harvest levels and some other agronomic traits of maize in Central Anatolia with limited vegetation period and water resources. Present findings revealed the significance of irrigation termination dates in maize cultivation.

Number of days to physiological maturity

increased with delaying the irrigation termination dates. The lowest values were observed at S_1 (112.5 days) treatment and the highest values were observed in S_8 (124.5 days) treatment.

When the grain yields and kernel moisture contents at harvest were assessed together, it was observed that S_4 (14050 kg ha⁻¹ grain yield and 14.2% kernel moisture), S_5 (14170 kg ha⁻¹ grain yield and 15.0% kernel moisture) and S_6 (14880 kg ha⁻¹ grain yield and 16.1% kernel moisture) treatments were appropriate irrigation termination dates.

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

Author Contribution: Erdal GÖNÜLAL designed the study and set up the experiments, Erdal GÖNÜLAL, Süleyman SOYLU and Mehmet ŞAHİN conducted the study. Erdal GÖNÜLAL analyzed the data, and Erdal GÖNÜLAL, Süleyman SOYLU and Mehmet ŞAHİN wrote the article.

References

- Anonymous (2009). Problems of Konya closed basin groundwater and solutions. Konya Chamber of Geological Engineers publications. Retrieved from: https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/dcf25dedf7c8e_ek.pdf?dergi=HABER%20B%DCLTEN%DD.
- Anonymous (2019). Crop production statistics. Retrieved from: www.tuik.gov.tr.
- Doorenbos, J., & Kassam, A. H. (1979). Yield response to water. *Journal of Irrigation and Drainage*, 33, 193.
- Eck, H. V. (1984). Irrigated corn yield response to nitrogen and water. *Agronomy Journal*, 76, 421-428.
- Eichelberger, K. D., Lambert, R. J., Below F. E., & Hageman, R. H. (1989). Divergent phenotypic recurrent selection for nitrat reductase activity in maize. II. efficient use of fertilizer nitrogen. *Crop Science*, 29, 1398 – 1400.
- Firincoglu, H. K., Unal, S., Pank, Z., & Beniwal, S.P.S. (2012). Growth and development of narbon vetch (*Vicia Narbonensis* L.) genotypes in the semi-arid central Turkey. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10, 430-442.
- Gur, I., & Kara, B. (2019). Performances of some hybrid dent corn cultivars (*Zea mays indentata* Sturt) in Trabzon ecological conditions. *Black Sea Journal of Agriculture*, 2, 103-108.
- Kirtok, Y. (1998). *Production and Use of Maize*. Istanbul: Kocaoluk Press, 202-240.
- Klocke, L.N., & Hergert, W.G. (1996). How soil holds water. *Cooperative Extension. Institute of Agriculture and*

- Natural Resources University of Nebraska. <https://core.ac.uk/download/pdf/188046144.pdf> (Cited 2020 March 26).
- Sade, B., Ogut, H., & Soylu, S. (2007). Maize in the World and Turkey. *Journal of Biofuel*, 10, 32-41.
- Sakin, M.A., Bozdog, M., & Cakar, S. (2016). Determination of yield and its related traits of hybrid dent corn varieties (*Zea mays indentata* L.) in Tokat Kazova and Zile under main crop conditions. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 25, 87-93.
- Saygi, M., & Toklu, F. (2017). Evaluation of some dent corn (*Zea mays indentata* Sturt.) varieties grown in the main crop conditions in Cukurova region conditions for grain yield, several plant traits and phenotypic correlation coefficients. *KSU Journal of National Science*, 20, 308-312.
- Sahin, M.D. (2016). *Effects of different sowing time and different water cutting times in generative stage on the yield of corn under the Harran plain conditions* (Un published MSc Thesis). Kahramanmaraş Sutcu Imam University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kahramanmaraş.
- Vartanlı, S., & Emeklier, H. Y. (2007). Determination of the yield and quality characteristics of hybrid maize varieties under Ankara conditions. *Journal of Agriculture Sciences*, 13, 95-202.
- Yan, W., & Kang, M. S. (2003). *GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists*. Boca Raton: CRC Press, 288.
- Yan, W., Kang, M. S., Manjit, B., Woodsc, S., & Corneliusd, P. L. (2007). GGE Biplot vs. AMMI Analysis of Genotype by- Environment Data. *Crop Science*, 47: 643-653.
- Yan, W., & Frégeau-Reid, J. (2008). Breeding line selection based on multiple traits. *Crop Science*, 48, 417-423.
- Yan, W. (2014). *Crop Variety Trials: Data Management and Analysis*. John Wiley Sons Press, 349.
- Yerdogan, K., & Gozubenli H. (2015). Determination of irrigation termination time effects on popcorn grain yield, and some quality characteristics. *11. Field Crops Congress*, (pp.112), 7-10 September 2011, Canakkale, Turkey.
- Xu, L., & Hsiao, T.C. (2004). Predicted versus measured photosynthetic water-use efficiency of crop stands under dynamically changing field environments. *Journal of Experimental Botany*, 55, 2395-2411.



The assessment of poultry welfare using partial least squares-path modeling (PLS-SEM): a modeling the effects of physical activity and stress on growth

Kısmi en küçük kareler-yol modellemesi (VT-YEM) kullanılarak kanatlı refahının değerlendirilmesi: fiziksel aktivite ve stresin büyüme üzerindeki etkilerinin modellenmesi

Hamza YALÇIN¹ , Zeki DOĞAN¹ , Sedat ŞEN² , Mehmet ÇETİN¹ , Mehmet GÖÇMEN¹ ,
Abdurrahim KOÇYİĞİT³ 

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Şanlıurfa

²Harran Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Şanlıurfa

³Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Şanlıurfa

To cite this article:

Yalçın, H., Doğan, Z., Şen, S., Çetin, M. Göçmen, M. & Koçyiğit, A. (2021). The assessment of poultry welfare using partial least squares-path modeling (PLS-SEM): a modeling the effects of physical activity and stress on growth. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(1): 109-119.

DOI: 10.29050/harranziraat.842308

Address for Correspondence:

Hamza YALÇIN

e-mail:

hyalcin@harran.edu.tr

Received Date:

17.12.2020

Accepted Date:

04.02.2021

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



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

ABSTRACT

Poultry welfare is closely related to human health and animal production which is a sensitive process. While several statistical methods are available to measure observed variables (stocking density), unobserved (latent) variables such as emotional, psychological situations are typically analyzed using factor analysis. In recent years, structural equation modeling (SEM) has been used effectively in many fields such as agriculture and livestock. SEM provides an estimation of relationships between latent variables that cannot be measured directly. Most of the studies published on poultry welfare highlighted the need to determine causal relationships between latent variables (growth, physical activity, biological stress). The purpose of this study was to examine the relationship between biological stress, physical activity, and growth in livestock using PLS-SEM analysis. A three-factor model was conducted with 96 animals. The PLS-SEM results revealed that 65.2% of growth can be predicted by the independent variables ($R^2 = 0.652$), and that physical activity ($\gamma = 0.698$) was found to have more effect than biological stress ($\gamma = 0.176$) on growth. Also, physical activity was determined as the main variable for the evaluation of biological stress ($\gamma = 0.546$, $R^2 = 0.298$) and growth. Overall, the research showed the suitability of SEM for the assessment of growth and biological stress.

Key Words: Growth, Physical activity, PLS-SEM, Poultry, Welfare

ÖZ

Kanatlı refahı, insan sağlığı ve hassas bir süreç olan hayvan üretimi ile yakından ilgilidir. Gözlemlenen değişkenleri (yerleşim sıklığı) ölçmek için çeşitli istatistiksel yöntemler mevcut olsa da duygusal, psikolojik durumlar gibi doğrudan gözlemlenmemiş (gizil) değişkenler tipik olarak faktör analizi kullanılarak analiz edilir. Son yıllarda yapısal eşitlik modellemesi (YEM) tarım ve hayvancılık gibi birçok alanda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. YEM, doğrudan ölçülemeyen gizli değişkenler arasındaki ilişkilerin bir tahminini sağlar. Kanatlı hayvan refahı üzerine yayınlanan çalışmaların çoğu, gizli değişkenler (büyüme, fiziksel aktivite, biyolojik stres) arasındaki nedensel ilişkileri belirleme ihtiyacını vurgulamaktadır. Bu çalışmanın amacı, PLS-SEM analizi kullanılarak çiftlik hayvanlarında biyolojik stres, fiziksel aktivite ve büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışmada, 96 hayvanın bulunduğu üç faktörlü bir model oluşturulmuştur. VT-YEM sonuçları, büyümenin %65.2'sinin bağımsız değişkenler ($R^2 = 0.652$) tarafından tahmin edilebildiğini ve fiziksel aktivitenin ($\gamma = 0.698$) büyüme üzerinde biyolojik strese ($\gamma = 0.176$) daha fazla etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca biyolojik stres ($\gamma = 0.546$, $R^2 = 0.298$) ve büyümenin değerlendirilmesinde fiziksel aktivite ana değişken olarak belirlenmiştir. Genel olarak araştırma, YEM'in büyüme ve biyolojik stresin değerlendirilmesi için uygunluğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Büyüme, fiziksel aktivite, VT-YEM, kümes hayvanları, refah

Introduction

Animal farming is a sensitive process. It seems that modern society is concerned about food production processes/systems. When discussing animal welfare, the restriction of the movement of animals, their rapid growth, high production rates, and merciless practices attract the attention of the general public (Ingenbleek et al., 2012). The health of the animals is an undisputed need, and health is the basic requirement for animal welfare because worse health causes less welfare (Ma et al., 2014). Nowadays, the increase and high price of meat consumption lead to a different product, such as poultry, which is more commercially effective (Gholami et al., 2020). The costs of feeding methods in poultry have an important share. For example, the cost of ration in poultry can range from 55% to 75% of the total production cost. However, some factors (genetic, nutritional, and environmental conditions) may play a significant role in making poultry more efficient, such as lowering feed costs (Kryeziu et al., 2018). Broiler meat production has experienced a significant change in terms of nutrition, genetics, and management, and increased yield in the past 50 years. Therefore, broiler chickens are reported to have the highest yield among other meat-producing animals (Costantino et al., 2018).

There are many factors that affect broiler chicken growth such as stress, physical activity, immune system, and so on. These factors cannot be measured directly but just can be indirectly assessed by some other indicators. For instance, the physical activity of chickens affects some serum parameters as total cholesterol, high-density lipoprotein (HDL), and very-low-density lipoprotein (VLDL) (Park et al., 2018; Wu et al., 2018). From a different viewpoint, measurements like the total peroxide, total oxidant status (TOS), and total antioxidant status (TAS) are used at the evaluation of biological stress (Lykkesfeldt & Svendsen, 2007). In addition to these poultry growth is affected by total protein and calcium levels also (Tesseraud et al., 2011; Fang et al., 2017).

Rearing in good conditions of broilers is a good approach to decrease stress, pain, diseases, and to increase health, activity, and welfare. Modern broiler chickens are raised for rapid growth, and studies have indicated that they spend about 80% of their lifetime to rest (Weeks et al., 2000). However, combined with immobility and fast growth, it creates a risk factor for the evolution of lameness and pathologies associated with the locomotor system (Bradshaw et al., 2002) and is likely to result in less welfare due to pain for the chickens and commercial losses for the producer. This increases stress and affects the yield negatively (Pedersen et al., 2020).

Oxidation, which occurs as a result of metabolic events, initiates the formation of some damage by creating free radicals in the organism. Compounds that struggled with these damages have been emphasized (Wei & Pang, 2005). The balance between the production of free radicals and antioxidant defence is important for health. The level of free radicals, that is, being too little or too much, can cause serious damage such as temporary or permanent. Many mineral substances form powerful antioxidants against the damage of free radicals produced by the organism (Anonymous, 2018).

Pointed out clearly in some studies in which growth, in broiler production, is influenced by factors such as genetic, feed type, feed conversion rate, lighting programs, litter and housing type, live weight gain, and viability (Mello et al., 2012). Poultry requirements for phosphorus are influenced by many factors, including the calcium level (Rama Rao et al., 1999). Phosphorus and calcium, in many processes for animal biology, are necessary minerals. Minerals of P and Ca that stored in the skeleton, are founded plentiful in animals respectively 80% and 99%. Besides, these minerals play a crucial role not only in bone development but also in mineralization (Proszkowiec-Weglarz & Angel, 2013). In addition, protein and amino acids play an important role in achieving chicks' balanced diet and success in rapid growth (Beski et al., 2015).

The many ways of evaluating animal welfare measurement, have different advantages over each other (Mench, 2018). There are many studies on agriculture (Villeneuve et al., 2018) and animal science (Drews et al., 2018), however, previous studies have not yet presented any suggestions on the use of multivariate modeling, specifically SEM, in the context of poultry-based welfare science (Collins & Part, 2013). Collins and Part (2013) noted that, “mathematical modelling could assist us in identifying, and tackling, any existing or impending conflicts between, for example, farm animal welfare, farmer livelihood, future food security and environmental legislation”, without providing any approach on a clear choice by using welfare modeling.

The current study addressing this research gap, investigates the conditions supporting the use of each latent variable and the respective measurement model when establishing animal welfare modeling in PLS-SEM. There are many factors that can be measured directly and indirectly which are called indicator variables and latent variables, respectively. PLS-SEM enable the analysis of the relationship between observed and latent variables together. Although PLS-SEM is used commonly in marketing and social science with the increasing popularity from day to day (Hair et al., 2020). Interest in SEM by researchers has also increased about agricultural issues (Villeneuve et al., 2018) for instance, agricultural research (Doğan et al., 2021), animal welfare (Krugmann et al., 2020) and, milk production (Heringstad et al., 2009). The purpose of this study was to examine the relationship between biological stress, physical activity, and growth in livestock using PLS-SEM analysis.

The model is defined based on the literature. The concept and their synthesis is shown in Figure 1.

H1. Physical activity is related to biological stress.

H2. Biological stress is related to growth.

H3. Physical activity is related to growth.

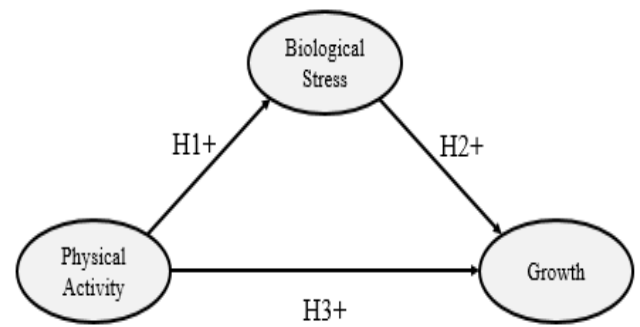


Figure 1 Theoretical model and hypothesis

Materials and Methods

Material

The model in the present study was established with the data obtained from two projects numbered 12078 and 13110, which were carried out under the same conditions and supported by Harran University Scientific Research Commission (HÜBAK) in 2013. In these projects, trials were established with Ross 300 broiler chickens. Two different studies (Çetin & Göçmen, 2015; Çetin et al., 2019) were conducted with some data on these projects. In these experiments, a total of 96 broiler chickens was used. The following parameters are used in this study: total oxidant status (TOS), total antioxidant status (TAS), total protein, calcium (Ca), total cholesterol, high-density lipoprotein (HDL), and very-low density lipoprotein (VLDL) (was determined according to the Friedewald equation (Friedewald et al., 1972).

Method

PLS-SEM modeling

The PLS-SEM, which is a member of the structural equation modeling (SEM) family, was developed by Wold (1982) as a “soft modeling” compare to covariance-based structural equation modeling (CB-SEM) (Hair et al., 2017). The PLS-SEM is frequently called “variance-based SEM”, and it is also a nonparametric technique. PLS-SEM, using multiple indicators, estimates complex relationships between latent variables that are endogenous (dependent- η) and exogenous (independent- ξ) variables. The latent variables are described by path coefficients (γ) pointing to each other.

The PLS-SEM is composed of two models: 1) measurement model (called the outer model) which examines the relationship between latent variables and their indicator variables, and 2) structural model (called the inner model) which examines relationships between latent variables. In the structural model, relationships between latent variables are indicated by arrows from exogenous to endogenous. A PLS path model is estimated at 2 stages: the outer models are examined in stage 1, and the inner model is examined in stage 2. The first stage is estimated iteratively, but not the second stage (Hair et al., 2017).

There are two approaches to measure for the outer model, as a formative measurement model and a reflective measurement model. The one is the formative measurement model, where causality is from indicators to the relevant latent variable (η or ξ). So, formative measurement models are caused by one or more indicators and the direction of the arrows are connecting from indicators to the structure. In the reflective measurement model, the direction of the arrows is pointing from the construct to the indicator variables that were caused by the construct. Also, each indicator has an error term. It is assumed that the error terms are not valid for formative measurement (Esposito Vinzi et al., 2010).

The endogenous variables, in an SEM model, are affected by the exogenous variables or other endogenous variables. But the exogenous variables are not affected by any other latent variables. Finally, when considered from this point of view, as in linear regression analysis, the coefficient of determination (R^2) is only calculated for a dependent, in other words, the endogenous variables, but not for exogenous (independent) variables. The latent variables and their indicator variables used in this study are given in Table 1.

In this experimental study, the SmartPLS (v.3.2.9) (Ringle et al., 2015) was used to analyse and test the hypothesis using the PLS-SEM technique. The assessment of model results was made as recommended by Hair et al. (2019). In the PLS-SEM, there are two types of evaluations: 1) the

measurement model (each evaluated separately, the reflective and the formative), and 2) the structural model.

Table 1. Description of the latent variables (η or ξ), their measurement models, and associated measurement variables.

Latent variables	Measurement (indicator) variables
Physical activity ξ_1 (Reflective mode)	Total Cholesterol High-density lipoprotein (HDL) Very low-density lipoprotein (VLDL)
Oxidative stress η_1 (Formative mode)	Total antioxidant status Total oxidant status Total peroxide
Growth η_2 (Formative mode)	Calcium (Ca) Total protein

The assessment of the reflective measurement models

The indicator loadings should be ≥ 0.708 (acceptable reliability of indicators); internal consistency reliability (as using composite reliability-CR) should be ≥ 0.70 ; the average variance extracted (AVE) used to evaluate the convergent validity that explains the variance of measurement variables of the structure should be ≥ 0.50 . As the latest criteria, the cross-loadings suggest that to testing discriminant validity for latent variable' indicators. They indicate that the correlation of the indicators with its structure and should be higher than its correlation with other structures in the model (Hair et al., 2019).

The assessment of the formative measurement models

Indicator collinearity (variance inflation factor-VIF) should be < 5 ; for weights of the indicator should be examined in terms of statistical significance and relevance, according to bootstrapping procedure (Hair et al., 2019).

The assessment structural (inner) models

The coefficient of determination (R^2) is referred to as the explained variance on each of the endogenous constructs of all the other constructs (endogenous or exogenous). R^2 values range from 0 to 1 and are classified as ≥ 0.75 -substantial, 0.75 - 0.50-moderate, and 0.50 - 0.25-weak. The effect sizes (f^2) are described as 0.02-

small, 0.02-0.15-medium, and ≥ 0.35 -large (Hair et al., 2019).

Lastly, when evaluating the significance ($p < 0.05$) of the parameter estimates of path coefficients, outer loadings, outer weights are assessed using a nonparametric bootstrapping procedure. Bootstrap, recommended by Cheah et al. (2018) as 5000 sub-sample to derive standard errors to evaluate parameter estimates and, to assess the significance of each estimate, the critical t-value must be higher than 1.65 (according to one-tailed test).

Results and Discussion

SmartPLS reports indicator weights/loadings, CR, AVE, path coefficients, fornell-larcker criterion, cross-loading, heterotrait-monotrait ratio of correlations (HTMT), VIF (for both indicators and structures), t-value and p-value. Three-structure/eight-indicator models, as viewed in Figure 1 and 2, were established and analyzed with the SmartPLS.

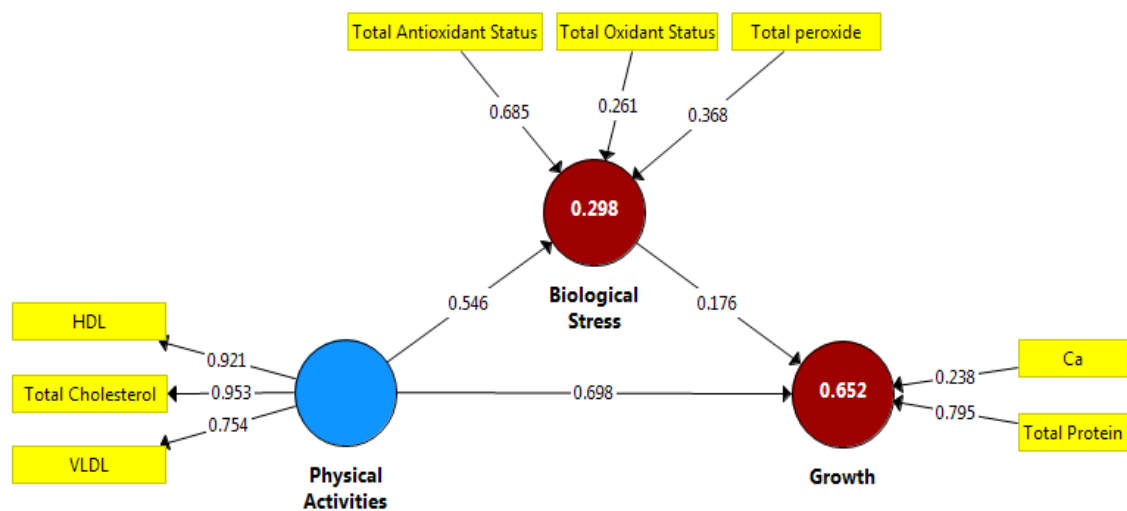


Figure 2. Results of PLS-SEM.

Assessing of the measurement models

There are two types of measurement models, which reflective measurement model (Table 1) and the formative measurement model (Table 2), in this study. The first step in evaluating a PLS-SEM model is to examine the outer model in an effort to validate the measurement model (Hair et al., 2019). To do this, firstly, the relationships between structures and their indicators were examined. The physical activity is a 3-indicator structure. The results of the physical activity were the value of AVE, CR, CA, and Rho_A, which were observed as 0.774, 0.911, 0.851, 0.902, as shown in Table 2, respectively. It was seen that the cross-

loading criteria were met for discriminant validity (Table 2). The construct of the physical activity appeared to meet the criteria according to Hair et al. (2017). The contribution of the total cholesterol on the construct was found higher than HDL and VLDL. Therefore, total cholesterol had the highest loading (0.953) and reliability (0.908) compare to HDL (0.921-0.848) and VLDL (0.754-0.569). This result indicated that the total cholesterol was the best estimates for physical activity. All three indicators of the physical activity were found to be significant based on bootstrapping procedure ($p < 0.05$).

Table 2. Assessment of construct of Physical Activity (reflective measurement model)

Reflective Indicators	Convergent Validity			Internal Consistency Reliability			Discriminant Validity	95% bootstrap confidence interval	t Value	Significant (p<0.05)?
	Loadings	Indicator Reliability	AVE	Composite Reliability	Cronbach's Alpha	Rho_A				
	>0.7	>0.5	>0.5	0.70-0.95						
Physical Activity TC	0.953	0.908					Yes	[0.933, 0.963]	113.81	Yes
HDL	0.921	0.848	0.774	0.911	0.851	0.902	Yes	[0.886, 0.941]	57.27	Yes
VLDL	0.754	0.569						[0.629, 0.835]	12.19	Yes

TC: Total cholesterol, HDL: High-density lipoprotein, VLDL: Very low-density lipoprotein

The latent variables of growth and biological stress are established as a formative measurement model (Table 3). There was no multicollinearity among all indicators (the VIF values ranging from 1.11 to 3.1 and the tolerance value ranging from 0.32 to 0.90). For the growth, the weight of total protein (w=0.795) affected the latent variable more than Ca (w=0.238) measurement. Total protein and Ca indicators

were found to be significant (p<0.05). The biological stress was best estimated by the total antioxidant status (w=0.685) compare to the total peroxide (w=0.368) and particularly the total oxidant status (w=0.261). The effects of the total antioxidant status with respect to the results of the bootstrap procedure were significant on the biological stress variable but not the total oxidant status and the total peroxide.

Table 3. Assessments of constructs of growth and Biological Stress (formative measurement models)

	Formative Indicators	Outer Weights (Outer Loadings)	t Value	Significance (p<0.05)?	95% bootstrap confidence interval	VIF (Tolerance Value)
Growth	Calcium	0.238 (0.892)	1.933	Yes	[0.072, 0.487]	3.101 (0.322)
	Total Protein	0.795 (0.991)	6.889	Yes	[0.548, 0.941]	3.101 (0.322)
Biological Stress	TAS	0.685 (0.852)	5.633	Yes	[0.519, 0.865]	1.112 (0.899)
	TOS	0.261 (0.584)	0.71	No	[-0.023, 1.034]	1.351 (0.740)
	TP	0.368 (0.717)	1.015	No	[-0.362, 0.683]	1.441 (0.694)

TAS: Total antioxidant status, TOS: Total oxidant status, TP: Total Peroxide

The assessment of the structural (inner) models

Discriminant validity is established when the correlation of an indicator with the structure to which it is assigned has a higher correlation than

cross-loading with other structures. Thus, as shown in Table 4, discriminant validity between structures was provided with the PLS-SEM analysis.

Table 4. PLS-SEM cross-loadings test for discriminant validity

Indicators	Physical Activities	Biological Stress	Growth
Total Cholesterol	0.953	0.527	0.876
HDL	0.921	0.456	0.661
VLDL	0.754	0.457	0.500
TAS	0.493	0.852	0.449
TOS	0.246	0.584	0.396
Total Peroxide	0.392	0.717	0.398
Ca	0.715	0.473	0.892
Total Protein	0.785	0.560	0.991

HDL: High-density lipoprotein, VLDL: Very low-density lipoprotein

After the assumptions of reliability and validity of the constructs are established, structural model results are evaluated to define the relationships between variables. The multicollinearity between variables was examined before evaluating the structural model since path coefficients are estimated according to OLS regression. When the relationship between the

model's constructs was examined, multicollinearity was found negligible (for both PA and BS was 1.425). The path coefficients' size and significance and the R^2 values have an important role in the assessment of the model. The path coefficients' sizes and level of significance, which represent hypothesized relationships between constructs, were evaluated.

Table 5. Assessment of path coefficients of the structural model

Constructs	Path coefficients	t Values	Significant (p<0.05)?	95% bootstrap confidence interval	f^2 Value (effect size)
PA → BS	0.546	8.353	Yes	[0.402, 0.630]	0.43 (large)
BS → GR	0.176	1.350	No	[-0.002, 0.389]	0.06 (small)
PA → GR	0.698	7.689	Yes	[0.565, 0.844]	0.98 (large)

PA: physical activity, BS: biological stress, GR: growth

Evaluation of the inner (structural) model was implemented in step 2 (Figure 2). There are 3 constructs and their 3 path coefficients as the model. Physical activity was the most significant variable for not only the biological stress but also the growth. Physical activity had a more key role in the growth ($\gamma=0.698$, $p<0.05$) than for the biological stress ($\gamma=0.176$, $p>0.05$).

Physical activity accounted for 29.8 % ($R^2=0.298$) of the total variability in biological stress according to the model, and this was a moderate effect. Also, physical activity and biological stress accounted for 65.2 % ($R^2=0.652$) of variation in the broiler growth (Figure 2). This coefficient of determination (R^2) was substantial. The effect sizes (f) of constructs were found to be significant as demonstrated in Table 5.

Assessment of measurement models

In the model of the current study, both the reflective measurement model and the formative measurement model were used. In the formative measurement models, VIF values (<3), weights, and significance of indicators were considered appropriate. For the reflective measurement model, indicators reliability and validity were considered appropriate for the estimation of the relevant latent variable. The lowest load of the indicators of the structure was found to be 0.83 and passed the 0.70 thresholds very well. Based on the literature and in accordance with the

mentioned criteria, all indicators used in the model seem to be most appropriate to measure the latent variables.

Measurement results of the current study seem to be practically suitable due to estimates and significances of the model created based on the literature. There is some evidence that physical activity causes significant changes in total cholesterol, HDL, and VLDL levels (Huttunen, 1982; Stucchi et al., 1991; Dawkins et al., 2004; Simsek et al., 2009). The fact that indicator of total cholesterol seems to be the most suitable indicator for estimating the physical activity in terms of reliabilities, could be related to the fact that the conducting physical exercise reduces total cholesterol and VLDL and increases HDL (Mann et al., 2014), resulting in improved body health. On the other hand, biological stress was affected by total antioxidant status much more, total oxidant status, and total peroxide, and this situation was a desired situation in terms of body health. The increase in TAS level possibly points to increased welfare due to the prevention of oxidative damage in the body (Celi & Gabai, 2015). The related factors, represented by serum total protein and calcium, contributed to growth in the model. This result was expected, because total protein, and calcium are generally closely related to their effect on growth. The effect of total protein on growth was estimated to be greater than calcium because, while the proteins

are found in all muscles of the body (Tesseraud et al., 2011), calcium is essential for skeletal and bone development (Swennen et al., 2007). Also, low calcium intake while the organism is growing can result in sub-optimal bone mass and slowing growth (Swennen et al., 2007). Conclusively, the discriminant criteria of the established model showed that related constructs are appropriate for analysis of the model of animal welfare and can be interpreted according to literature, as mentioned above.

Assessment of structural model

Physical activity plays a significant role in the growth of living organisms such as adipose, bone, and muscle tissue (Alves & Alves, 2019). The fact that physical activity is less or more than optimum determines the direction of biological stress and growth (as positive or negative). In the current study, physical activity was the most important factor for both biological stress and growth. Physical activity played a more important role in growth ($\gamma=0.698$) than for biological stress ($\gamma=0.546$) according to this model, meaning that growth is affected by the level of physical activity more than biological stress in broiler chicken. Strong correlations were found between physical activity and biological stress and growth in some previous works (Torun & Viteri, 1994; Farr et al., 2013; Alves & Alves, 2019). As the number of birds per m² was relatively small in the current study (6 chicks), it was thought that there was little stress in chickens. A negative relationship between stocking density and biological stress was also found in previous studies (Simitzis et al., 2012). Also, the reason why physical activity affects stress less than growth could be due to the fact that chickens did not have any problem with movement. Accordingly, it can be said that this experimental study complies with EU welfare standards for broiler chickens (Augère-Granier, 2019). There was a poor and non-significant effect of biological stress on growth ($\gamma=0.176$), implying that possibly because of the low ratio of total oxidant status/total antioxidant status of this construct in the current study. Moreover, the

level of ratio showed that the animals in the experiments could be healthy (Simsek et al., 2009). Growth was significantly affected by exercise, whereas growth was not influenced by biological stress. The model illustrated a considerable proportion of the variance in growth ($R^2=0.65$) and a smaller proportion of the variance in biological stress (0.298). Therefore, R^2 values were two times higher for broiler growth than for biological stress, indicating a more applicable qualification of growth for the assessment of performance, in view of this data set. Growth and weight values can be used as a criterion to decide the grade of welfare, that has obtained value particularly in intensive poultry production farming.

Conclusions

The implementation of the PLS-SEM technique for poultry welfare assessment is in its first steps of improvement in welfare modeling. Measurements of animal welfare depend on such as body composition, cognition, dietary nutrient levels, emotion, category of animal, physiological status, age, physical activity based on environmental conditions, immune system, genetics and genomics, management, health conditions, and biological stress. This technique made possible to estimate growth, including the different approaches as latent variables which are physical activity and biological stress. The method was also able to estimate biological stress from physical activity. Further research is needed to confirm whether the PLS-SEM method can provide an advantage in terms of welfare quality. In the PLS-SEM, it is difficult to assign reasonable measurements to the relevant latent variables in order to meet the suitability requirements and to make accurate estimates. Future research, in addition to the existing latent variables, different latent variables such as the immune system and welfare, which are meaningful measurements, are needed to establish more comprehensive and complex models.

Acknowledgements

This study was financially supported by HÜBAK with project numbers 12078 (y. 2013) and 13110 (y. 2013). This study was produced from the first author's doctoral dissertation. We would like to thank Assist. Prof. Dr. Mücahit Kahraman and Assoc. Prof. Dr. Hakim Çelik for providing their expertise and support, Prof. Dr. Abdullah Can and Prof. Dr. Ali Volkan Bilgili for proofreading, and Prof. Dr. Christian M. Ringle for license support (SmartPLS v.3.2.9) and model assessment.

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

Author Contributions: Mehmet Çetin designed the study and set up the experiments, Mehmet Çetin and Mehmet Göçmen conducted the study, Abdurrahim Koçyiğit did the biochemistry analysis, Hamza Yalçın analyzed the data, Hamza Yalçın, Zeki Doğan and Sedat Şen wrote the article.

References

Alves, J. G. B., & Alves, G. V. (2019). Effects of physical activity on children's growth. *Jornal de Pediatria*, 95, 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2018.11.003>

Anonymous. (2018). Antioksidan Mineral ve Vitaminler. Retrieved April 28, 2020, from <http://www.ivek.org.tr/calismalar/antioksidan-mineral-ve-vitaminler>

Augère-Granier, M.L. (2019). *The EU Poultry Meat and Egg Sector. Main Features Challenges and Prospects*.

Beski, S. S. M., Swick, R. A., & Iji, P. A. (2015). Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*, 1(2), 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.05.005>

Bradshaw, R. H., Kirkden, R. D., & Broom, D. M. (2002). A review of the aetiology and pathology of leg weakness in broilers in relation to welfare. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 13(2), 45–103. <https://doi.org/10.3184/147020602783698421>

Celi, P., & Gabai, G. (2015). Oxidant/Antioxidant Balance in Animal Nutrition and Health: The Role of Protein Oxidation. *Frontiers in Veterinary Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/fvets.2015.00048>

Çetin, M., & Göçmen, M. (2015). Kanatlı Hayvanların Beslenmesinde Antibiyotiklere Alternatif Olarak Kekik (Thyme) Kullanmanın Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 17(3), 35–40. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/harranziraat/194211>

Çetin, M., Yurtseven, S., Koçyiğit, A., Temamoğulları, F.,

Altaş, M. G., Özyıldız, Z., Taşkın, A. (2019). Kurutulmuş Pelin (Artemisia Absinthium) Otonun Etlik Piliçlerin Performans, Karkas Özellikleri ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2), 409–417. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.551016>

Cheah, J.-H., Sarstedt, M., Ringle, C. M., Ramayah, T., & Ting, H. (2018). Convergent validity assessment of formatively measured constructs in PLS-SEM. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 30(11), 3192–3210. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-10-2017-0649>

Collins, L., & Part, C. (2013). Modelling Farm Animal Welfare. *Animals*, 3(2), 416–441. <https://doi.org/10.3390/ani3020416>

Costantino, A., Fabrizio, E., Ghiggini, A., & Bariani, M. (2018). Climate control in broiler houses: A thermal model for the calculation of the energy use and indoor environmental conditions. *Energy and Buildings*, 169, 110–126. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.03.056>

Doğan, Z., Yalçın, H., Yenigün, İ., & Bilgili, A. V. (2021). Kısmi En Küçük Kareler Yapısal Eşitlik Modelinin Yeraltı Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesinde Kullanımı. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 12(1).

Drews, J., Czycholl, I., Junge, W., & Krieter, J. (2018). An evaluation of efficiency in dairy production using structural equation modelling. *The Journal of Agricultural Science*, 156(8), 996–1004. <https://doi.org/10.1017/S0021859618001041>

Esposito Vinzi, V., Chin, W. W., Henseler, J., & Wang, H. (2010). *Handbook of Partial Least Squares* (Vincenzo Esposito Vinzi, W. W. Chin, J. Henseler, & H. Wang, Eds.). <https://doi.org/10.1007/978-3-540-32827-8>

Fang, A., Li, K., Li, H., Guo, M., He, J., Shen, X., & Song, J. (2017). Low Habitual Dietary Calcium and Linear Growth from Adolescence to Young Adulthood: results from the China Health and Nutrition Survey. *Scientific Reports*, 7(1), 9111. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08943-6>

Farr, J. N., Laddu, D. R., Blew, R. M., Lee, V. R., & Going, S. B. (2013). Effects of Physical Activity and Muscle Quality on Bone Development in Girls. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(12), 2332–2340. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31829c32fe>

Friedewald, W. T., Levy, R. I., & Fredrickson, D. S. (1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6), 499–502. <https://doi.org/10.1093/clinchem/18.6.499>

Gholami, M., Chamani, M., Seidavi, A., Sadeghi, A. A., & Aminafshar, M. (2020). Effects of stocking density and environmental conditions on performance, immunity, carcass characteristics, blood constituents, and economical parameters of Cobb 500 strain broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 524–535. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1757522>

Hair, Howard, M. C., & Nitzl, C. (2020). Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. *Journal of Business*

- Research, 109, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.11.069>
- Hair, J., Hult, G., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2017). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Thousand Oaks: SAGE.
- Hair, Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Heringstad, B., Wu, X. L., & Gianola, D. (2009). Inferring relationships between health and fertility in Norwegian Red cows using recursive models. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1778–1784. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1535>
- Huttunen, J. K. (1982). Physical activity and plasma lipids and lipoproteins. *Annals of Clinical Research*, 14 Suppl 3, 124–129. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6983325>
- Ingenbleek, P. T. M., Immink, V. M., Spoolder, H. A. M., Bokma, M. H., & Keeling, L. J. (2012). EU animal welfare policy: Developing a comprehensive policy framework. *Food Policy*, 37(6), 690–699. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.07.001>
- Krugmann, K. L., Mieloch, F. J., Krieter, J., & Czycholl, I. (2020). Investigation of influence of growing pigs' positive affective state on behavioral and physiological parameters using structural equation modeling. *Journal of Animal Science*, 98(2), skaa028. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa028>
- Kryeziu, A. J., Kamberi, M., Muji, S., Mestani, N., & Berisha, S. (2018). Carcass traits of broilers as affected by different stocking density and sex. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(6), 1097–1103.
- Lykkesfeldt, J., & Svendsen, O. (2007). Oxidants and antioxidants in disease: Oxidative stress in farm animals. *The Veterinary Journal*, 173(3), 502–511. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2006.06.005>
- Ma, Z., Zhang, J., Ma, H., Dai, B., Zheng, L., Miao, J., & Zhang, Y. (2014). The influence of dietary taurine and reduced housing density on hepatic functions in laying hens. *Poultry Science*, 93(7), 1724–1736. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03654>
- Mann, S., Beedie, C., & Jimenez, A. (2014). Differential Effects of Aerobic Exercise, Resistance Training and Combined Exercise Modalities on Cholesterol and the Lipid Profile: Review, Synthesis and Recommendations. *Sports Medicine*, 44(2), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0110-5>
- Mello, H. H. de C., Gomes, P. C., Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., da Rocha, T. C., de Almeida, R. L., & Calderano, A. A. (2012). Dietary requirements of available phosphorus in growing broiler chickens at a constant calcium: Available phosphorus ratio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(11), 2323–2328. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012001100004>
- Mench, J. A. (2018). *Advances in agricultural animal welfare: Science and practice*. Duxford, United Kingdom: Woodhead Publishing.
- Park, B. S., Um, K. H., Park, S. O., & Zammit, V. A. (2018). Effect of stocking density on behavioral traits, blood biochemical parameters and immune responses in meat ducks exposed to heat stress. *Archives Animal Breeding*, 61(4), 425–432. <https://doi.org/10.5194/aab-61-425-2018>
- Pedersen, I. J., Tahamtani, F. M., Forkman, B., Young, J. F., Poulsen, H. D., & Riber, A. B. (2020). Effects of environmental enrichment on health and bone characteristics of fast growing broiler chickens. *Poultry Science*, 99(4), 1946–1955. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.061>
- Proszkowiec-Weglarz, M., & Angel, R. (2013). Calcium and phosphorus metabolism in broilers: Effect of homeostatic mechanism on calcium and phosphorus digestibility. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(3), 609–627. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00743>
- Rama Rao, S. ., Ravindra Reddy, V., & Ramasubba Reddy, V. (1999). Enhancement of phytate phosphorus availability in the diets of commercial broilers and layers. *Animal Feed Science and Technology*, 79(3), 211–222. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(99\)00020-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00020-6)
- Ringle, C. M., Wende, S., & Becker, J.-M. (2015). *SmartPLS 3*. SmartPLS GmbH.
- Simitzis, P. E., Kalogeraki, E., Goliomytis, M., Charismiadou, M. A., Triantaphyllopoulos, K., Ayoutanti, A., Deligeorgis, S. G. (2012). Impact of stocking density on broiler growth performance, meat characteristics, behavioural components and indicators of physiological and oxidative stress. *British Poultry Science*, 53(6), 721–730. <https://doi.org/10.1080/00071668.2012.745930>
- Simsek, U. G., Cerci, I. H., Dalkilic, B., Yilmaz, O., & Ciftci, M. (2009). Impact of stocking density and feeding regimen on broilers: Chicken meat composition, fatty acids, and serum cholesterol levels. *Journal of Applied Poultry Research*, 18(3), 514–520. <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00141>
- Simsek, U. G., Dalkilic, B., Ciftci, M., & Yuca, A. (2009). The influences of different stocking densities on some welfare indicators, lipid peroxidation (MDA) and antioxidant enzyme activities (GSH, GSH-Px, CAT) in broiler chickens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8, 1568–1572.
- Stamp Dawkins, M., Donnelly, C. A., & Jones, T. A. (2004). Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature*, 427(6972), 342–344. <https://doi.org/10.1038/nature02226>
- Stucchi, A. F., Terpstra, A. H. M., Foxall, T. L., Nicolosi, R. J., & Smith, S. C. (1991). The effect of exercise on plasma lipids and LDL subclass metabolism in miniature swine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(5), 552–561. <https://doi.org/10.1249/00005768-199105000-00007>
- Swennen, Q., Decuypere, E., & Buyse, J. (2007). Implications of dietary macronutrients for growth and metabolism in broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 63(4), 541–556. <https://doi.org/10.1017/S0043933907001602>
- Tesseraud, S., Everaert, N., Boussaid-Om Ezzine, S., Collin, A., Métayer-Coustard, S., & Berri, C. (2011). Manipulating tissue metabolism by amino acids. *World's Poultry Science Journal*, 67(2), 243–252. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000274>
- Torun, B., & Viteri, F. E. (1994). Influence of exercise on

- linear growth. *European Journal of Clinical Nutrition*, 48(1), 186–189.
- Villeneuve, B., Piffady, J., Valette, L., Souchon, Y., & Usseglio-Polatera, P. (2018). Direct and indirect effects of multiple stressors on stream invertebrates across watershed, reach and site scales: A structural equation modelling better informing on hydromorphological impacts. *Science of the Total Environment*, 612, 660–671. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.197>
- Weeks, C. A., Danbury, T. D., Davies, H. C., Hunt, P., & Kestin, S. C. (2000). The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. *Applied Animal Behaviour Science*, 67(1–2), 111–125. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00102-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00102-1)
- Wei, Y. H., & Pang, C. Y. (2005). The role of mitochondria in the human ageing process. *Bio Tech International*, 17(3), 8–13.
- Wold, H. (1982). Soft modelling: the basic design and some extensions. In K. G. Joreskog & H. O. A. Wold (Eds.), *Systems under indirect observation: Causality-structure-prediction: Vol. part II* (pp. 1–54). Amsterdam, North-Holland.
- Wu, Y., Li, J., Qin, X., Sun, S., Xiao, Z., Dong, X., ... Yuan, J. (2018). Proteome and microbiota analysis reveals alterations of liver-gut axis under different stocking density of Peking ducks. *PLOS ONE*, 13(10), e0198985. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198985>

HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ

YAZIM KURALLARI

1. Makale, **Microsoft Word programında, Calibri** yazı karakterinde, **1.15 satır aralığında, 12 punto** düz metin ve tek sütun olarak yazılmalıdır.
2. Kenar boşlukları; **sol, sağ, alt ve üst- 3 cm** bırakılarak, her satıra ardışık olarak **satır numarası** verilerek hazırlanmalıdır.
3. Yazar(lar) makalenin ne türde bir yazı (**Araştırma makalesi, derleme, teknik not vb.**) olduğunu belirtmelidir.
4. **Türkçe başlık 14 punto (koyu ve ortalı)** küçük harflerle (Başlığın sadece ilk kelimesinin baş harfi büyük) ve düz yazılmalıdır. **İngilizce başlık 12 punto** ve ortalı yazılmalıdır.
5. Yazar isimleri **Adı SOYADI** kuralına göre Türkçe başlık sonrası **12 punto (koyu, ortalı ve düz)** ve bir boşluk bırakılarak yazılmalı, yazar isimlerinin sonuna adres için üst simge olarak rakam, sorumlu yazarı belirtmek için ise * simgesi verilmelidir. **Adres satırı** yazar isimleri sonrasında 1 boşluk bırakılarak **10 punto (normal, düz ve ortalı)** yazılmalıdır.
6. Adres satırından sonra 1 boşluk bırakılarak yazarların ORCID numaraları yazılmalıdır. ORCID satırının altına, sorumlu yazar e-posta adresi belirtilmelidir.
7. Metin genel olarak;
 - **Öz,**
 - **Abstract,**
 - **Giriş,**
 - **Materyal ve Metot,**
 - **Araştırma Bulguları ve Tartışma,**
 - **Sonuçlar,**
 - **Ekler**
 - **Kaynaklar** şeklinde olmalıdır.
8. Ana başlıkların yazımında koyu olarak kelimelerin sadece baş harfleri büyük yazılmalıdır. İkincil ve üçüncül başlıklarda sadece ilk kelimenin baş harfi büyük, diğer kelimeler küçük, koyu değil ve italik yazılmalıdır. Metin ana başlıkları, metin başlangıcı ve sonunda olmak üzere 1' er boşluk bırakılmalıdır. Alt başlıklardan önce 1 boşluk bırakılmalı, ancak sonrasında boşluk bırakılmamalıdır. Tüm başlıklar girinti verilmeden sola yaslı olarak yazılmalıdır.
9. **Metin içerisinde kaynak gösterimi (Yazar, yıl)** esasına göre yapılmalıdır. Metin içerisinde iki yazarlı bir kaynağın gösteriminde, metin Türkçe ise (**ilk yazar soyadı ve ikinci yazar soyadı, yıl**) kuralı uygulanmalıdır. İki kiden fazla yazarın bulunduğu kaynakların gösteriminde (**ilk yazarın soyadı ve ark., yıl**) kuralı uygulanmalıdır.
Örneğin: (Mamay, 2020), (İkinci ve Bolat, 2018); (Söylemez ve ark., 2019),
10. Makale İngilizce olarak yazılacaksa (**ilk yazar and ikinci yazar, yıl**) ve (**ilk yazarın soyadı et al., yıl**) kuralı uygulanmalıdır.
Örneğin: (Söylemez, 2018), (Bolat and Mamay, 2015), (Mamay et al., 2010).
11. Metin içerisinde birden fazla kaynağa aynı anda atıf yapılacak ise; kaynaklar yayınlandıkları yıl dikkate alınarak kronolojik olarak sıralanmalıdır.
12. **ÖZ (ABSTRACT):** Başlık sola yaslı olmalı, 10 punto, koyu, paragraf başında girinti verilmemelidir. Türkçe ve İngilizce metin 300 kelimeyi aşmayacak şekilde, 10 punto ve 1 satır aralığında yazılmalıdır. Öz ile Anahtar Kelimeler ve Abstract ile Key Words arasında tek

satır boşluk (10 punto, düz) bırakılarak metnin hemen altında en fazla 5 adet **Anahtar Kelimeler (Key Words)** yazılmalıdır. Key Words ile ana metin (Giriş) arasında iki satır boşluk bırakılmalıdır.

13. Makalelerde fotoğraf, grafik, çizim vb. “**Şekil**” olarak, Tablolar ise “**Çizelge**” olarak ifade edilmelidir.
14. Çizelge ve Şekiller ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1. veya Çizelge 1.). “Şekil” ve “Çizelge” içerikleri 1 satır aralıklı ve **10 punto** olarak hazırlanmalıdır.
15. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde, şekil başlıkları ise şekillerin altında ilk harf büyük olacak şekilde 1 satır aralıklı **10 punto** olarak yazılmalıdır.
16. **Türkçe yazılmış makalelerde Şekil ve Çizelge başlıklarının İngilizceleri, Türkçe başlığın hemen altında *italik* olarak yazılmalıdır.** (Makale İngilizce olarak yazılmışsa, Şekil ve Çizelge başlıklarının Türkçe karşılıkları yazılmayacaktır)

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 garden (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

Türkçe yazılmış makalelerde Çizelge ile Şekillerin içerisinde bulunan parametrelerin İngilizce karşılıkları bu parametrelerin hemen altına *italik* olarak yazılmalıdır. (Makale İngilizce olarak yazılmışsa, Şekil ve Çizelgelerin içerisinde belirtilen parametrelerin Türkçe karşılıkları yazılmayacaktır.)

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 f	50.73 d	48.48 c	5.06 d
Cresthaven	129.58 b	61.69 bc	59.56 b	8.31 bc

17. Makale metni ve Çizelge-Şekil içerisinde bildirilen ondalık rakamlar, **nokta** ile ayrılmalıdır. (123.87; 0.987 vb.).
18. Çizelge-Şekillerden önce ve sonra **bir satır boşluk** bırakılmalıdır.
19. Makale yazımında “**Uluslararası Birim Sistemi**” (SI)’ye uyulmalıdır. Buna göre; g/l yerine **g l⁻¹**, mg/l yerine **mg l⁻¹** ya da **ppm** kullanılmalıdır. Yüzde ile belirtilen ifadeler açıklayıcı olmalıdır. Örneğin; %3 yerine **%3 (w/v)**, **%3 (v/v)**, **%3 (w/w)** şeklinde belirtilmelidir.
20. **Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Kaynaklar listesinin bildirişinde APA Formatını kullanmaktadır.** Buna göre **kaynaklar listesi** aşağıdaki kurallar çerçevesinde hazırlanmalıdır.

1. DERGİ YAYINLARINA ATIF VERME

1.1. Tek yazarlı makale

Mamay, M. (2015). Nar yaprakbiti [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)]’nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki bulaşıklık haritası. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5(3), 159-166.

1.2. İki yazarlı makale

Soylemez, S., & Pakyurek, A. Y. (2017). Responses of rootstocks to nutrient induced high EC levels on yield and fruit quality of grafted tomato cultivars in greenhouse conditions. *Applied ecology and environmental research*, 15(3), 759-770. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_759770

1.3. İki den fazla yazarlı makale

Mamay, M., Ünlü, L., Yanık, E., Doğramacı, M., & İkinci, A. (2016). Efficacy of mating disruption technique against carob moth, *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Southeast Turkey (Şanlıurfa). *International Journal of Pest Management*, 62(4), 295-299.

İkinci, A., Mamay, M., Unlu, L., Bolat, I., & Ercisli, S. (2014). Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau*, 56(4), 131-138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>

2. KİTAPLARI KAYNAK GÖSTERME

2.1. Kaynak kitap ise,

Mohsenin, N. N. (1970). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

2.2. Kaynak kitaptan bir bölüm ise,

Author, A. A. (Year). Chapter title. In E. E. Editor (Ed.), *Title of book: And subtitle* (pp. pages). Place: Publisher.

2.3. Editörlü kitap

Yeşilyaprak, B. (Ed.). (2003). *Gelişim ve öğrenme psikolojisi*. Ankara: Pegema Yayıncılık.

2.4. Yazarı bilinmeyen kaynakları veya internet kaynaklarını kaynak olarak gösterme;

Anonymous (2005). Tereyağı, diğer süt yağı esaslı sürülebilir ürünler ve sadeyağ tebliği. Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2005/19, Ankara.

FAO, (2015). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>.

3. YÜKSEK LİSANS ve DOKTORA TEZLERİNE ATIF VERME

Doktora ya da yüksek lisans tezlerine elektronik veri tabanlarından, kurumsal arşivlerden ve kişisel web sayfalarından erişilebilir. Eğer bir teze ProQuest doktora ve yüksek lisans tezleri veri tabanından ya da diğer bir kaynaktan erişildiyse, atıfta bu bilgi verilmelidir. Bir veri tabanı servisinde mevcut olan bir doktora ya da yüksek lisans tezi için aşağıdaki kaynak gösterme biçimi kullanılır:

3.1. Yayınlanmamış tez

Mamay, M. (2013). *Determination of population development and infestation ratio of carob moth [Apomyelois ceratoniae Zell. (Lepidoptera:Pyralidae) in pomegranate orchards in Sanliurfa province and using mating disruption technique for its control* (Yayımlanmamış doktora tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Söylemez, S. (2014). *Effects of nutrient induced salinity levels and rootstocks on plant growing, yield and some fruit quality features at soilless grown grafted tomatoes* (Yayımlanmamış doktora tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

3.2. Yayınlanmış tez

May, B. (2007). *A survey of radial velocities in the zodiacal dust cloud*. Bristol, UK: Canopus Publishing.

4. SEMPOZYUM VE TOPLANTI BİLDİRİLERİNE ATIF VERME

Mamay, M. (2017). Population density of overwintering larvae of Carob Moth [*Apomyelois (=Ectomyelois) ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in pomegranate orchards in Southeastern Anatolia. SEAB 2017. *Proceedings of the 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity*, (pp. 235), 05-08 July 2017, Minsk, Belarus.

İkinci, A. & Mamay, M. (2017). Effects of fruit thinning on morphological, physico-chemical properties, bioactive compounds, antioxidant activity and pest & disease control in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*, (pp. 642), 15-17 May 2017, Cappadocia, Turkey.

Sönmez, C., Mamay, M. & Söylemez, S. (2019). Determination of the effect of different hydroponic culture and different NH₄:NO₃ ratio on the density of aphid [*Aphis* spp. (Hemiptera: Aphididae)] population in greenhouse lettuce. *1st International Gobeklitepe Agriculture Congress (IGAC-2019)*, (pp. 599-604), 25-27 November, Şanlıurfa, Turkey.

Not: Yukarıda yer alan kaynak gösterimlerde bulamadığınız farklı materyal veya konu başlıklarındaki kaynak bildirişleri için internetteki APA Kaynak Gösterimi ile ilgili web sayfalarından ya da aşağıdaki linkteki bilgilerden yararlanabilirsiniz.

https://libguides.library.usyd.edu.au/ld.php?content_id=47913440

Şencan, İ., ve Doğan, G. (2017). Bilimsel yayınlarda kaynak gösterme, tablo ve şekil oluşturma rehberi: APA 6 Kuralları. *Türk Kütüphaneciliği Dergisi*, Ankara.

https://www.tk.org.tr/APA/apa_2.pdf

HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ
YAZAR REHBERİ

1. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'ne gönderilen makaleler Dergi Yayın Kurulu tarafından belirlenen yazım kurallarına göre yazılmalıdır.
2. Makaleler, **Dergipark Sistemi üzerinden online** olarak yüklenmelidir.
3. Tüm yazarlar tarafından imzalanan **Telif Hakkı Devir Sözleşmesi** ve **Makale Kontrol Listesi** (sorumlu yazar tarafından imzalanacak) makale ile birlikte sisteme yüklenmelidir.
4. **iThenticate Programı Benzerlik Raporu** (**%20**'yi geçmemelidir) ve gerekli ise **Etik Kurul Kararı** makale ile birlikte sisteme yüklenmelidir.
5. Hazırlanacak olan makale metni genel olarak;

- **Öz,**
- **Abstract,**
- **Giriş,**
- **Materyal ve Metot,**
- **Araştırma Bulguları ve Tartışma,**
- **Sonuçlar,**
- **Ekler,**
- **Beyanlar**
 - **Çıkar Çatışması**
 - **Yazar Katkısı**
- **Kaynaklar** bölümlerinden oluşmalıdır.

6. **Başlık:** Kısa ve açıklayıcı olmalı, **Calibri** yazı karakterinde, **14 punto, koyu**, düz, ortalanarak ve küçük harflerle (Başlığın sadece ilk kelimesinin baş harfi büyük) yazılmalıdır. Başlık tercihen 15 kelimeyi geçmemelidir. İngilizce başlık Türkçe başlığı tam olarak karşılamalı, 12 punto ve koyu yazılmalıdır.

7. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'ne yayınlanması için makalenin ilk gönderiminde **yazar isimleri, kurum isimleri, adresleri, ORCID numaraları ve e-posta bilgileri yer almamalıdır.**

8. Makalenin hakem değerlendirmesi tamamlandıktan ve makale Yayın Kurulu tarafından kabul edildikten sonra, 7. maddede yer alan yazar isimleri ve diğer bilgiler, hakem önerilerine göre yeniden düzenlenmiş olan makale sayfası üzerine yazıldıktan sonra, Dergi web sayfasında yer alan düzenlenmiş makaleyi gönder sayfasından Dergi sistemine yüklenmelidir. **Kontrol edilmiş veya düzeltilmiş olan makale, yeni bir makale gibi Dergi web sayfasından yüklenmemelidir.**

9. Yazar isimleri **Adı SOYADI** kuralına göre Türkçe başlık sonrası **12 punto (koyu, ortalı ve düz)** ve bir boşluk bırakılarak yazılmalı, yazar isimlerinin sonuna adres için üst simge olarak rakam, sorumlu yazarı belirtmek için ise * simgesi verilmelidir. Adres satırı yazar isimleri sonrasında 1 boşluk bırakılarak **10 punto (normal, düz ve ortalı)** yazılmalıdır. Adres satırından sonra 1 boşluk

birakılarak yazarların ORCID numaraları yazılmalıdır. ORCID satırının altına sorumlu yazar e-posta adresi belirtilmelidir.

10. **ÖZ:** Çalışmanın yürütüldüğü yer ve zamanını, amacını, yöntemini ve sonuçları içermelidir. Sola yaslı, 10 punto, koyu, paragraf başında girinti verilmemelidir. Türkçe ve İngilizce metin 300 kelimeyi aşmayacak şekilde 10 punto ve 1 satır aralığında yazılmalıdır. Öz ile Anahtar Kelimeler ve Abstract ile Key Words arasında tek satır boşluk (10 punto, düz) bırakılarak, metnin hemen altında en fazla 5 adet **Anahtar Kelimeler (Key Words)** yazılmalıdır. Key Words ile ana metin (Giriş) arasında iki satır boşluk bırakılmalıdır.

11. **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.

12. **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.

13. **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.

14. **Sonuçlar:** Bu bölümde; elde edilen nihai sonuçlar ve varsa öneriler, bilime ve uygulamaya katkısıyla birlikte kısa ve öz olarak verilmelidir.

15. **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.

16. **Beyanlar (Declarations)**

Çıkar Çatışması: Kişiler makalelerin etik ilkeler çerçevesinde değerlendirilebilmesi ve bağımsız bir süreç yürütülebilmesi için olası çıkar çatışmaları ile ilgili olarak yayın kurulunu bilgilendirmelidir. Ekonomik veya kişisel fayda sağlanan durumlar çıkar çatışmasını meydana getirir. Bilimsel sürecin ve yayınlanan makalelerin güvenilirliği; bilimsel çalışmanın planlanması, uygulanması, yazılması, değerlendirilmesi, düzenlenmesi ve yayınlanması sırasında çıkar çatışmalarının objektif bir şekilde ele alınmasıyla doğrudan ilişkilidir. Makale ile ilgili çıkar çatışması söz konusu değilse, "makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder" ifadesi yazılmalıdır.

Yazar Katkısı: Çalışmanın tasarlanması, planlanması, kurulması, yürütülmesi, verilerin analizi ve

makalenin yazılmasında içeriğe bilimsel açıdan katkı sağlayan her bir yazarın makaleye katkı şekli belirtilmelidir. Yazar katkıları, örnek olarak “**MM çalışmayı tasarlayarak denemeleri kurmuş, MM ve AA çalışmayı yürütmüş, BB verileri analiz etmiş, MM, AA ve BB makaleyi yazmıştır**” şeklinde ifade edilebilir.

17. **Kaynaklar:** Makalede atıfta bulunulan literatürlere Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu tarafından belirlenen **yazım kurallarına göre** yazılmalıdır.

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yazım Kuralları için ...

18. **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.

19. **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.

20. Makaleye ardışık olarak **satır ve sayfa numarası** verilmelidir.

21. **Calibri** karakterinde, **12 punto** ve **1.15 satır** aralıklı yazılan makale **20 sayfa**yı geçmemelidir.

22. Yayınlanmasına karar verilen eserler, sadece şekilsel olarak, yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda yeniden düzenlenmeli, yazar(lar)ca herhangi bir eklenti ya da çıkartma yapılmamalıdır.

23. Makale içerisinde, dergi basıldığı haliyle görünen hataların sorumluluğu yazarlara aittir. Yayın Kurulundan kaynaklanan basım hataları için ise düzeltme yayınlanabilir.

24. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi; yazarlardan makale gönderimi, değerlendirilmesi ve basım aşamalarında herhangi bir basım ücreti almamaktadır.

MANUSCRIPT WRITING RULES

1. The manuscript should be written in Microsoft Word program, in Calibri font, **1.15** line spacing, **12** pt. plain text and a single column.
2. Margins; **Left, right, bottom and top 3 cm** should be left, and each row should be prepared consecutively by giving the line number.
3. Author (s) should indicate the type of manuscript (**Research Manuscript, Review, Technical Note** etc.).
4. **The English title should be written in 14 pt (bold and centered)** lowercase letters (only the first word of the title is capitalized) and in plain text. The Turkish title should be written in 12 font size and centered.
5. Author names should be written in **12 pt. (Bold, centered and plain)** and a space after the title according to the Name SURNAME rule, followed by a number as superscript for the address and a * symbol to indicate the corresponding author. Address line should be written after the author names, leaving **1 space and 10 pt (normal, straight and centered)**.
6. Authors' ORCID numbers should be written, leaving 1 space after the address line. Under the ORCID line, the responsible author e-mail address must be specified.
7. The text should generally be in the following form;
 - **Abstract**
 - **Introduction**
 - **Material and Method,**
 - **Results and Discussion,**
 - **Conclusions**
 - **Acknowledgement**
 - **References**
8. In the writing of main titles, only the initials of the words should be capitalized in bold. In secondary and tertiary titles, only the first letter of the first word should be capitalized, other words should be in small, not bold and italic. There should be 1 space each, including the main headings of the text, the beginning and the end of the text. 1 space should be left before subtitles, but no spaces should be left after them. All titles should be left justified without indenting.
9. Reference should be cited **in the text based on (Author, year) rule**. In the presentation of a reference with two authors in the text, the rule (**first author's surname and second author's surname, year**) should be applied. In the display of sources with more than two authors (**first author's surname et al., year**) rule must be applied.

For example; (Bilgili, 2020), (Bilgili and vanEs, 2018); (Bilgili et al., 2019).

10. If more than one reference will be cited at the same time in the text; Referencens should be ordered chronologically, considering the year they were published.

11. **ABSTRACT:** Title should be left justified, 10 pt, bold, not indented at the beginning of the paragraph. Turkish and English texts should be written in 10 font size and 1 line spacing, not exceeding 300 words. **A maximum of 5 Key Words** should be written just below the text, leaving a single line space (10 pt., Plain) between Abstract and Keywords, and Öz (Turkish Abstract) and Key Words. Two lines of space should be left between Key Words and the main text.

12. Photographs, graphics, drawings, etc. should be expressed as "Figure" and Tables as "Tables".

13. Tables and Figures should be numbered consecutively (Figure 1. or Table 1.). Contents of "Figure" and "Table" should be prepared with 1 line spacing and 10 pt.

14. Table titles should be written above the table, and figure titles should be written below the figures in 10 pt, 1 line spacing with the first letter capital.

15. Figure and Table titles should be written in italics;

Figure 1. The average temperature, average relative humidity and average monthly rainfall data detected in the research garden (average of the years 2007-2011) Table 2. Phenological observation results of peach cultivars for between 2007 and 2011

16. Decimal numbers in the manuscript text and Table-Figure should be separated by **a period**. (123.87; 0.987 etc.).

17. One blank line should be left before and after the table-figures.

18. Manuscript writing should comply with the "International Unit System" (SI). According to this; Use g l-1 instead of g / l, and mg l-1 or ppm instead of mg / l. Percentages should be descriptive. For example; It should be specified as 3% (w / v), 3% (v / v), 3% (w / w) instead of 3%.

19. Harran Journal of Agriculture and Food Sciences uses **APA Style** in the submission of the sources list. Accordingly, the list of references should be prepared in accordance with the following rules.

19.1. **Citation to journal publications;**

19.1.1. Single author manuscripts;

Mamay, M. (2015). Infestation map of pomegranate aphid [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)] in Şanlıurfa province pomegranate orchards. Turkey Entomology Bulletin, 5(3), 159-166.

19.1.2. Two-author manuscripts;

Soylemez, S., & Pakyurek, A. Y. (2017). Responses of rootstocks to nutrient induced high EC levels on yield and fruit quality of grafted tomato cultivars in greenhouse conditions. Applied Ecology and Environmental Research, 15(3), 759-770. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_759770

19.1.3. Manuscripts with more than two authors;

İkinci, A., Mamay, M., Unlu, L., Bolat, I., & Ercisli, S. (2014). Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. Erwerbs-Obstbau, 56(4), 131-138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>.

19.2. Referencing Books;

19.2.1. If the source is a book;

Mohsenin, N. N. (1970). Physical Properties of Plant and Animal Materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

19.2.2. If it is a chapter from the source book;

Author, A. A. (Year). Chapter title. In E. E. Editor (Ed.), Title of book: And subtitle (pp. pages). Place: Publisher.

19.2.3. Edited book;

Yeşilyaprak, B. (Ed.). (2003). Development and learning psychology. Ankara: Pegema Publishing.

19.3. Citing sources of unknown author or internet sources;

Anonymous (2005). Butter, other milk fat-based spreads and plain butter notification. Turkish Food Codex, Communiqué No: 2005/19, Ankara.

FAO, (2015). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>.

19.4. Citing Master's and Doctoral theses;

Doctorate or master theses can be accessed from electronic databases, corporate archives and personal web pages. If a dissertation is accessed from the ProQuest database of doctoral and master's theses or any other source, this information should be provided in the reference. For a doctorate or master thesis available in a database service, the following citation format is used;

Unpublished thesis;

Mamay, M. (2013). *Determination of population development and infestation ratio of carob moth [Apomyelois ceratoniae Zell. (Lepidoptera:Pyralidae)] in pomegranate orchards in Sanliurfa province and using mating disruption*

technique for its control (Unpublished doctoral dissertation). Harran University, Graduate School, Şanlıurfa.

Söylemez, S. (2014). *Effects of nutrient induced salinity levels and rootstocks on plant growing, yield and some fruit quality features at soilless grown grafted tomatoes* (Unpublished doctoral dissertation). Harran University, Graduate School, Şanlıurfa.

Published thesis; May, B. (2007). A survey of radial velocities in the zodiacal dust cloud. Bristol, UK: Canopus Publishing.

19.5. Citing Symposium and Meeting Papers

Mamay, M. (2017). Population density of overwintering larvae of Carob Moth [*Apomyelois* (= *Ectomyelois*) *ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in pomegranate orchards in Southeastern Anatolia. SEAB 2017. *Proceedings of the 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity*, (pp. 235), 05-08 July 2017, Minsk, Belarus.

Ikinci, A. & Mamay, M. (2017). Effects of fruit thinning on morphological, physico-chemical properties, bioactive compounds, antioxidant activity and pest & disease control in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*, (pp. 642), 15-17 May 2017, Cappadocia, Turkey.

Sönmez, C., Mamay, M. & Söylemez, S. (2019). Determination of the effect of different hydroponic culture and different NH₄:NO₃ ratio on the density of aphid [*Aphis* spp. (Hemiptera: Aphididae)] population in greenhouse lettuce. *1st International Gobeklitepe Agriculture Congress (IGAC-2019)*, (pp. 599-604), 25-27 November, Şanlıurfa, Turkey.

Note: You can use the web pages related to **APA Referencing Style** on the internet.

TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu Başkanlığına

Eserin Adı:

Yazar(lar);

- Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu;
- Tüm yazarların bu çalışmaya bireysel olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını;
- Tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını;
- Makalenin başka bir yerde özet dışında basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını;
- Makalede bulunan metnin, şekillerin ve dokümanların başkalarına ait Telif Haklarını ihlal etmediğini taahhüt ederler.

Bununla birlikte, yazarların veya varsa yazarların işverenin;

- Patent hakları;
- Yazar(lar)ın kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı;
- Makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır.
- Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasına Harran Tarım ve Bilimleri Dergisi yayımcı kuruluş olarak belirtilmesi ve Dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir.

Ben / Biz, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarca istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu, ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığını taahhüt ederim/ederiz.

1. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

2. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

Telif Hakkı Devir Sözleşmesi tüm yazarlarca imzalandıktan sonra tek bir form olarak sisteme yüklenmelidir)

Lütfen arka sayfaya geçiniz.

<http://ziraatdergi.harran.edu.tr>

ISSN: 2148-5003