



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. 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): 2
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, Ecophysiological, Australia

Dr. Muhammed Nasir ROFIQ

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

Mizanpaj Editörü: Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ

Yazışma Adresi

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 63040 Şanlıurfa

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

e-posta: ziraatdergi@harran.edu.tr

Basım Tarihi: 23.06.2021

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: 2

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof. Dr. Ali TOPAL

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Canan CAN

Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Prof. Dr. Belgin COŞGE ŞENKAL

Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA

MKÜ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Hülya GÜL

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. İbrahim Abdülhey HAYOĞLU

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. İrfan ÖZBERK

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Kürşat KORKMAZ

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

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Mete YANAR

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Prof. Dr. Mevlüt GÜL

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof. Dr. Sedat SAYAR

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Şerafettin ÇELİK

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Ümit GEÇGEL

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Ahmet KINAY

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Ayhan HORUZ

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

Doç. Dr. Behçet Kemal ÇAĞLAR

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Beşir KOÇ

Bingöl Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü

Doç. Dr. Çetin MUTLU

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Derya KOÇAK YANIK

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Halef DİZLEK

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Kemal YAZGAN

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Doç. Dr. Manolya Eser ÖNER

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Mehmet İNAN

Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Nimet KARA

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Oğuzhan ÇALIŞKAN

MKÜ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Seda ERSUS

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Tuncay KAN

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Kamuran KAYA

MKÜ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

Effects of shear and cooling rates on the crystallization behavior of cocoa butter <i>Kakao yağının kristalleşme davranışı üzerinde kayma hızı ve soğutma hızının etkileri</i> Gülten ŞEKEROĞLU, Ahmet KAYA	120-130
Determination of optimum reaction and process control parameters of starch conversion in maltose syrup production <i>Maltoz şurubu üretiminde nişasta dönüşümünün optimum reaksiyon ve proses kontrol parametrelerinin belirlenmesi</i> Sema Nur ÇİNÇİK, Fatih BALCI, Mustafa BAYRAM	131-150
Physical, physicochemical (technological) and chemical characteristics of common bread wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) varieties grown in Mardin region <i>Mardin yöresinde yaygın yetiştirilen ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşitlerinin fiziksel, fizikokimyasal (teknolojik) ve kimyasal özellikleri</i> Ali YILDIRIM, Önder DEGER	151-162
Kalorisi azaltılmış mor reyhan soğuk çayı üretimi <i>Production of reduced calorie purple basil iced tea</i> Esmanur KARATAŞOĞLU, Emine DEMİREL, Tülay ŞAHİN, Serap BERKTAŞ, Mustafa ÇAM	163-171
Mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi <i>The effect of corn flour addition on morphogeometric, functional and textural properties of sponge type cakes</i> Mehmet KÖTEN, Ahmet Sabri ÜNSAL	172-184
Overwintering insect (Arthropoda: Insecta) biodiversity in pistachio orchards of the Middle Euphrates Valley, Turkey <i>Orta Fırat Vadisinde antepfıstığı bahçelerinde kışlayan böcek (Arthropoda: Insecta) biyoçeşitliliği</i> Yeliz SABUNCU, Mehmet MAMAY, İnanç ÖZGEN	185-192
Adana ve Osmaniye illeri yerfıstığı üretim alanlarında Yeşilkurt, <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın yaygınlığı, bulaşıklık oranları ve popülasyon değişimi <i>Distribution, infestation rates and population dynamics of Cotton Bollworm, <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in peanut production areas in Adana and Osmaniye provinces, Turkey</i> Mahmut BADEMCİ, Erdal SERTKAYA	193-203

Detection and molecular characterization of phytoplasmas based on 16s rDNA gene region by phylogenetic and <i>in silico</i> RFLP analysis of local grapevine cultivars in Şanlıurfa and Adıyaman <i>Şanlıurfa ve Adıyaman illerinde yerel asma çeşitlerindeki fitoplazmaların 16s rDNA gen bölgesine dayalı filogenetik ve in silico RFLP analizleri ile tespiti ve moleküler karakterizasyonu</i> Eray ŞİMŞEK, Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR	204-213
İğdır yöresinde yetiştirilen 'Teberze' ve 'Ağelik' kayısı (<i>Prunus armeniaca</i> L.) çeşitlerine ait detaylı meyve kalite içerikleri <i>Detailed fruit quality contents of 'Teberze' and 'Ağelik' apricot (<i>Prunus armeniaca</i> L.) cultivars grown in İğdir province</i> Mehmet Ali SARIDAŞ, Erdal AĞÇAM	214-224
Samsun Tekkeköy ilçesindeki süt sığırcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve hijyen koşulları <i>The structural features and hygiene conditions of dairy farms in Tekkeköy district of Samsun province</i> Ali KAYGISIZ, İhsan ÖZKAN	225-233
Bağcılıkta farklı terbiye sistemlerinin karşılaştırılması <i>Comparison of different finishing systems in viticulture</i> Remziye ÖZEL, Baver ESER	234-243
Farklı demir (Fe) formu uygulamalarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Fe konsantrasyonuna etkisi <i>The effect of different iron (Fe) form applications on the grain Fe concentration of bread and durum wheat varieties</i> Selçuk UYSAL, Halil ERDEM, Cabir Çağrı GENÇE	244-253
Lavanta (<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.)'da çelikle çoğaltmada uygun çelik tipi ve IBA dozunun belirlenmesi <i>Determination of suitable cutting type and IBA dose for seedling production in lavender (<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.)</i> Ebru ÇİÇEK, Abdulhabip ÖZEL	254-264
Bazı makarnalık buğday genotiplerinde (<i>Triticum durum</i> L.) artan su stresinde morfolojik ve fizyolojik tepkilerin incelenmesi <i>An assessment on morphological and physiological response to increasing water stress for some of durum wheat (<i>Triticum durum</i> L.) genotypes</i> Büşra AKIN, Merve BAYHAN, Remzi ÖZKAN, Cuma AKINCI	265-278

Effects of shear and cooling rates on the crystallization behavior of cocoa butter

Kakao yağının kristalleşme davranışı üzerinde kayma hızı ve soğutma hızının etkileri

Gülten ŞEKEROĞLU^{1*}, Ahmet KAYA²

¹University of Gaziantep, Vocational School of Technical Sciences, Food Processing Department, 27310 Gaziantep, Turkey

²University of Gaziantep, Engineering Faculty, Food Engineering Department, 27310 Gaziantep, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-5499-1028>; ²<https://orcid.org/0000-0001-6960-3780>

ABSTRACT

To cite this article:

Şekeroğlu, G. & Kaya, A. (2021). Effects of shear and cooling rates on the crystallization behavior of cocoa butter. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2):120-130.
DOI: 10.29050/harranziraat.843455

The purpose of this study was to determine the effects of shear and cooling-heating rates on the rheological behavior of cocoa butter. Three different shear rates (25, 50 and 100 s⁻¹) and two different cooling rates (1 and 10 °C.min⁻¹) were applied for crystallization of cocoa butter at 20, 22 and 24°C. Also, effects of shear and heating-cooling rates were monitored during the cooling and heating cycle between 70-20°C. When the cooling rate was 1 °C.min⁻¹, viscosity reached the highest value of 0.6 Pa.s with a shear rate of 25 s⁻¹. A rapid rate of cooling generally led to nucleation at a lower temperature compared to slow cooling. It was observed that crystallization of Form V was improved by shear and induction time of crystallization decreased as the rate of shear increased. The longest induction period was obtained at 24°C. Effect of cooling rate was more significant at low temperatures (P < 0.05). It was also concluded that the crystallization behavior of cocoa butter was dependent on both shear and cooling rates under isothermal conditions.

Key Words: Chocolate, Cocoa butter, Crystallization, Rheological behavior, Viscosity

Öz

Bu çalışmanın amacı kakao yağının akışkanlık özellikleri üzerinde soğutma-ısıtma hızının ve kayma hızının etkisini belirlemektir. Kakao yağının 20, 22 ve 24°C de kristallendirilmesinde üç farklı kayma hızı (25, 50 ve 100 s⁻¹) ve iki farklı soğutma hızı (1 ve 10 °C.dak⁻¹) uygulanmıştır. Ayrıca, 70-20°C aralığında uygulanan soğutma ve ısıtma evrelerinde, kayma hızı ve ısıtma-soğutma hızının etkisi takip edilmiştir. Ulaşılan en yüksek viskozite değeri 0.6 Pa.s olup, 1 °C.dak⁻¹ soğutma hızı ve 25 s⁻¹ kayma hızı uygulandığında ölçülmüştür. Hızlı soğutma, yavaş soğutmaya göre genellikle daha düşük sıcaklıklarda çekirdeklenme oluşuma yol açmıştır. Kayma hızındaki artışla beraber, Form V tipindeki kristalleşme artarken, kristalleşme indüksiyon süresinin de azaldığı gözlenmiştir. En uzun indüklenme süresi 24°C de elde edilmiştir. Soğutma hızının etkisinin, düşük sıcaklıklarda daha önemli olduğu tespit edilmiştir (P < 0.05). Ayrıca, kakao yağının izotermal koşullardaki kristalleşme davranışında hem kayma hızının hem de soğutma hızının etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çikolata, Kakao yağı, Kristalleşme, Reolojik davranış, Viskozite

***Address for Correspondence:**
Gülten ŞEKEROĞLU
e-mail:
sekeroglu@gantep.edu.tr

Received Date:

19.12.2020

Accepted Date:

26.05.2021

© 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.

Introduction

Chocolate is a complex rheological system in which sugar and non-fat cocoa particles coated with cocoa butter. Crystallization is often critical

step in chocolate production and poor crystallization results fat bloom in chocolate products (Afoakwa et al., 2007; Schenk and Peschar, 2004; Beckett, 1999). Cocoa butter is a pale yellow natural fat, obtained from cocoa nib

by hydraulic or expeller pressing (Yıldırım et al., 2016). Cocoa butter makes up about one-third of the chocolate composition, and its crystalline state governs the physical and thermal properties of the chocolate (Padar et al., 2009).

The solidification properties of cocoa butter are important phenomena that influence its functional properties in chocolate (Campos and Marangoni, 2014). The expected mouth feel of chocolate depends mainly on the composition of cocoa butter which means melting point of fractions in cocoa butter (Beckett, 2006; Toro-Vazquez et al., 2004). Cocoa butter is a mixture of triacylglycerol (TAG) and other compounds (Foubert et al., 2006). Although more than 25 different TAG have been identified in cocoa butter, approximately 85% of composition consists of mainly three TAG; POP, POS and SOS where stearic (S), palmitic (P) and oleic (O) acids are attached to the glycerol bone (Le Révérend, et al., 2009; Perez-Martinez et al., 2007; Lipp and Anklam, 1998a; Loisel et al., 1998; Koyano et al., 1990). The studies show that they were the most important ones and the crystallization property of cocoa butter was directly related to these three TAG (MacMillan et al., 2002; Sato and Koyano, 2001).

In cocoa butter, the polymorphic variabilities are quite diverse. The confectionery industry uses Roman numerals as described by Willie and Lutton (1966) in which the six forms are given the names from Form I to Form VI. The forms have different melting points reported in the literature and the conversion from Form I to Form VI increases the stability and melting point of polymorphs (Rogers et al, 2008). The convention defined by Vaeck (1960) is more generally used in the oils and fat industry. This uses the Greek letters (γ , α , β' and β) to describe the main polymorphic forms.

Since cocoa butter can crystallize into six different polymorphic forms, type and amount of different forms have a considerable effect on the quality of confectioneries and chocolates (MacMillan et al., 2002). Form V is the most desirable form in chocolate products and

formation of Form VI crystals is unwanted because it is often accompanied by the formation of fat bloom (Şekeroğlu, 2014; Sonwai and Rousseau, 2010; Afoakwa et al., 2009a; Afoakwa et al., 2009b). First of all, a bloomed chocolate is characterized by the loss of the surface's initial gloss. A bloomed chocolate can have different appearances, from a marble aspect to uniform dull gray, as well as from having small or large white spots on the chocolate surface (Şekeroğlu, 2014). Fat bloom is caused by many factors including compositions, improper processes and storage conditions (Altimiras et al., 2007; Lonchamp and Hartel, 2006; Sonwai and Rousseau, 2006). Tempering and cooling are the most important steps during chocolate production because controlling of polymorphism of cocoa butter is important for making chocolate with desired textural properties (Campos and Marangoni, 2014; Le Révérend, et al., 2009; Hartel, 2008; Koyano et al., 1990).

Many techniques such as pulsed Nuclear Magnetic Resonance (p-NMR), X-ray diffractometer (XRD), Polarized Light Microscopy (PLM) and Differential Scanning Calorimetry (DSC) can be used to study the crystallization behavior of fats (Şekeroğlu, 2014; Fessas et al., 2005; Marangoni, 2005; MacMillan et al., 2002; Spigno et al., 2001; Van Malssen, et al., 1999; Lipp and Anklam, 1998b; Metin and Hartel, 1998; Ziegleder, 1990). Also, effect of shear on the crystallization and polymorphic transformation of cocoa butter has been identified by using a rheometer (Şekeroğlu, 2014; Sonwai and Mackley, 2006; Toro-Vazquez et al., 2005; Toro-Vazquez et al., 2004; Ziegleder, 1985).

Although cooling and shear rates may affect polymorphism, formation of different polymorphs for a given lipid material depends mainly on the temperature at which the crystallization takes place. There are mainly three events in crystallization process: First is the solid phase formation which is called nucleation. The main driving force for nucleation is the difference between the chemical potential of a monomer in crystalline and supercooled liquid states (Mohos,

2010). In other words, nucleation can be defined as the time point where the melt becomes visually cloudy and the temperature increases due to latent heat release (Campos and Marangoni, 2014). The second step is the crystallization or in another words crystal growth and the last one is crystal ripening (Toro-Vazquez et al., 2005). Several authors have investigated the effect of shear and cooling rate on crystallization of cocoa butter and chocolate (Campos and Marangoni, 2014; Fernandez et al., 2013; Mohos, 2010; Dhonsi and Stapley, 2006; Sonwai and Mackley, 2006; Toro-Vazquez et al., 2005; Brunello et al., 2003; Stapley et al., 1999). Many attempts have been made to control of crystallization of cocoa butter to achieve the crystallization in Form V which is the most desirable form (Sato and Koyano, 2001).

In this paper, the effect of shear and cooling-heating rates on the crystallization and melting behavior of cocoa butter has been investigated at different temperatures. First, chemical and physical measurements were done to define the composition and properties of cocoa butter. Rheological analyses were done using a strain/stress controlled rheometer with a temperature controlled unit. The results from this paper will be useful to controlling of crystallization properties of cocoa butter in confectionery and chocolate production.

Materials and Methods

Materials

Cocoa butter was kindly supplied from a local firm in Gaziantep, Turkey. Chromatographic grade and other chemicals were purchased from Sigma Aldrich (St. Louis, MO, USA).

Methods

Physical and chemical analysis

Free fatty acid content, refractive index, saponification value, iodine value and color value of cocoa butter were done by the directive of Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995).

Triglyceride analysis

Triacylglycerol composition of cocoa butter was analyzed using an High Performance Liquid chromatography (HPLC) instrument. It consists of Agilent 1200 series model quadratic pump, temperature controlled automatic injection unit, column heater and refractive index detector (Waldbronn, Germany). The Agilent Chemstation Rev. B.04.01 (Waldbronn, Germany) software program was used to monitor the device and analyze the peaks. Waters Spherisorb S50DS2 (250 x 4.6 mm) (Berkshire, England) column was used for TAG analysis. Mobile phase was a mixture of acetonitrile / acetone (34.6; 65.4) (v:v). A calibration curve was prepared by using HPLC for determining TAG composition. Samples (5ml) were dissolved in acetone (100ml), and filtered using 0.45 µm filters (Econofilters, Agilent Technologies, Waldbronn, Germany). Injection volume was 10 µl. Flow rate was 1.0 ml. min⁻¹.

Solid fat content analysis

Minispec mq-20 model p-NMR (Bruker, Germany) was used to determine the solid fat content (SFC) of cocoa butter, according to AOCS Method Cd 16-81 (1989) (AOCS, 1989). Approximately 3 grams of cocoa butter were placed in glass NMR tubes (1 mm thickness, 180 mm height and 10 mm diameter) and melted at 80°C for 30 minutes and ensured that all the cocoa butter of crystallization has been removed. After the samples were prepared and tempered, a serial temperature profile was applied. Then samples were transferred to water baths set at 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40°C. SFC readings were obtained after 60 minutes of isothermal static crystallization in a water bath. At least three sample tubes were measured at each temperature.

Rheological measurements

The rheological measurements were performed using a strain/stress controlled rheometer (Mars II-Haake GmbH, Karlsruhe, Germany) with TCP/P peltier temperature controlled system. It was equipped with a cone-

plate configuration using a cone radius of 35 mm and an angle of 1° and a gap of 0.052 mm between the cone and the plate. Each measurement was replicated three times on the same sample.

The experimental parameters were chosen based on industrial chocolate tempering and cooling processes, types and properties of cocoa butter polymorphs and storage conditions. Two different cooling-heating rate values were applied to understand the effect of rapid and slow cooling/heating processes during industrial chocolate manufacture. In this context, rheological measurements were done after holding of cocoa butter at 70°C for 10 min to delete the crystal memory of cocoa butter. Then, sample was cooled from 70°C to 45°C with a 15 °C.min⁻¹ cooling rate. Crystallization was performed by cooling of cocoa butter from 45°C to critical temperatures (20, 22 and 24°C) at the rates of cooling of 1 and 10 °C.min⁻¹ with different shear rates (25, 50 and 100 s⁻¹) and then viscosity change was measured. Viscosity change of cocoa butter during heating and cooling processes between 70-20-70°C was measured again after holding of cocoa butter 10 min at 70°C. These measurements were repeated for 1, 5 and 10 °C.min⁻¹ cooling rates and 25, 50 and 100 s⁻¹ shear rates.

The equation which was the viscosity versus temperature function of (crystal free) cocoa butter was obtained from using Arrhenius equation from the temperature region between 30-70°C.

Arrhenius equation can be denoted as (Toro-Vazquez et al., 2001),

$$\eta = A \exp\left[\frac{E_a}{RT}\right] \quad (1)$$

Here η is the viscosity in Pa.s, T is the absolute temperature in Kelvin, E_a is the activation energy, A is the pre-exponential factor and R is the Universal gas constant.

Statistical analysis

Analysis of variance was performed by the Statgraphics version plus 5.1 (Statistical Graphics Corp.). Duncan's multiple range test was used to obtain comparisons among sample means. Evaluations were based on a 5% significance level ($P < 0.05$). All experiments and measurements were done in triplicate.

Results and Discussion

Physical and chemical properties of cocoa butter

Table 1 shows physical and chemical properties of cocoa butter used in this study. The chemical composition of cocoa butter was similar to other cocoa butters in literature and used in manufacturing of chocolate (Beckett, 2006; Van-Langevelde et al., 2001; Lipp and Anklam, 1998a).

Table 1. Physical and chemical properties of cocoa butter¹

Properties	Value
Saponification Value (mg KOH/g fat)	188 ± 1.03
Iodine Value (Wijs)	25.81 ± 0.57
Free Fatty Acid (% weight, as oleic acid)	1.73 ± 0.02
Refractive Index Value (40°C)	1.467 ± 0.008
Color Value:	
YI (Yellowness Index)	58.68 ± 0.32
L*	76.75±0.10
a*	-3.19±0.08
b*	37.08 ± 0.14

¹Values are based on triplicate analysis (Mean ± SD)

Solid fat content

Figure 1 shows changes in SFC of cocoa butter found by NMR. Melting profile of cocoa butter was obtained by plotting the SFC as a function of temperature. The similar results for cocoa butter were found in literature (Perez-Martinez et al., 2007; Hartel, 2001). SFC value decreased when the temperature was increased, and complete melting of cocoa butter occurred between 35 and 40°C. This melting profile has a great importance to evaluate the suitability of cocoa butter for chocolate and confectionery products (Afoakwa et al., 2007; Beckett, 2006; Schenk and Peschar, 2004). SFC values mostly depend on the composition and origin of cocoa butter. The determination of SFC values at various temperatures is very useful when creating

product physical attributes and predicting final product behavior (Torbica et al., 2005). For example, the physical properties of chocolate are affected by the SFC values of cocoa butter. Also,

the result shows how the temperature affects the change in the SFC values and textural properties of chocolate.

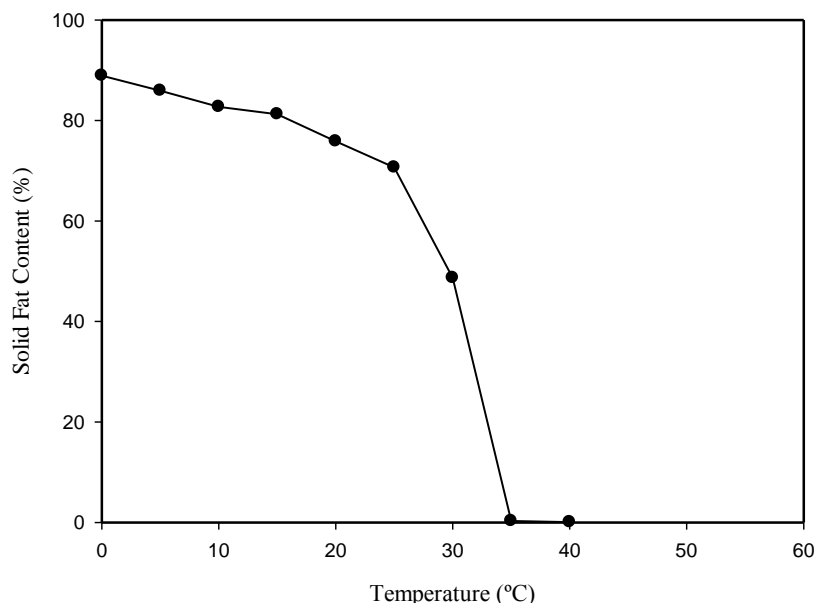


Figure 1. Solid fat content of cocoa butter obtained by NMR measurements

TAG composition

TAG composition for cocoa butter was calculated as % area by using HPLC and found as POP: 19.09 ± 0.08 , SOS: 32.71 ± 0.57 and POS: 48.19 ± 0.63 . Natural cocoa butter contains 0.35% phospholipids, 1.71% mono and di-glycerides and 97-98% triglyceride. Total amount of triglycerides, SOS (stearic-oleic-stearic), POS (palmitic-oleic-stearic) and POP (palmitic-oleic-palmitic) were 85% in cocoa butter, so they were the most important ones and properties of cocoa butter were directly related to these three TAG (Fessas et al., 2005; Toro-Vazquez et al., 2004; Lipp and Anklam, 1998a; Loisel, et al., 1998). Dimick and Manning (1987) observed that the first visible crystals of cocoa butter contain POP, POS and SOS under static crystallization at 26 and 32°C. Foubert et al. (2006) found that the composition of cocoa butter is important during isothermal crystallization of cocoa butter and differences in the chemical composition of fat phases cause differences in the crystallization kinetics.

Rheological analysis

Flow curve of cocoa butter was obtained and

viscosity of cocoa butter was calculated from the slope of this curve at each temperature. Finally, viscosity change with temperature was presented in Table 2.

Table 2. Viscosity change of cocoa butter with temperature¹

Temperature (°C)	Viscosity (Pa.s)
70	0.0124 ± 0.0002
60	0.0190 ± 0.0002
50	0.0262 ± 0.0003
40	0.0377 ± 0.0004
30	0.0571 ± 0.0006

¹(Mean \pm SD)

The Equation 2 which was the viscosity versus temperature function of (crystal free) cocoa butter was obtained from using the Equation 1 from the temperature region between 30-70°C,

$$\eta = 1.838 \times 10^{-7} \exp \left[\frac{3833}{T} \right] \quad (2)$$

Viscosity results of cocoa butter are similar and in a good agreement with the results reported by Landfeld et al. (2000). It is obviously stated that

the progress of crystallization from the melt is controlled mainly by the removal of heat of crystallization. Viscosity determines the induction period and nucleation which consists of combination effect of cooling rate and super cooling (Toro-Vazquez et al., 2001).

The change in viscosity as a function of temperature, shear, heating and cooling rates between 70-20°C (cooling) and 20-70°C (heating) are presented in Figure 2. It was clearly seen that, the viscosity change was lower when the cooling rate was higher. When the cooling rate was 1 °C.min⁻¹, viscosity reached the highest value of 0.6 Pa.s with a shear rate of 25 s⁻¹. Viscosity started to increase below 30°C with the order of rate as 10>5>1 °C.min⁻¹, viscosity increased rapidly below 22°C at 1 °C.min⁻¹ rate. The viscosity of cocoa butter increased towards end of cooling step (around 20°C) then the viscosity continued to increase at the beginning of heating cycle to a certain temperature then it tended to decrease and approached to melting viscosity value approximately at 30°C. This behavior of cocoa butter was observed under all rates studied in this study.

The fall in viscosity occurred rapidly during heating cycle because of low heating rate (Figure 2a), but when the heating rate was increased, viscosity proceeded to increase and it followed a transition temperature at which rate of crystallization and melting were in equilibrium, and viscosity value remained nearly constant for a short time, then it decreased due to heating effect (Figure 2c).

Viscosity values of cocoa butter were always found higher at 25 s⁻¹ shear rates on both melting and crystallization rheograms. As a result, shear was important to occurring of crystals or polymorphic transformation but after a certain limit, it has a melting effect acting like a thinning agent and occurring crystals are deforming under the high shear. Another interesting result was the change in viscosity while increasing temperature during the initial stage of the heating cycle. It can be explained that, after nucleation, crystals continue to grow after a certain time even though temperature increases.

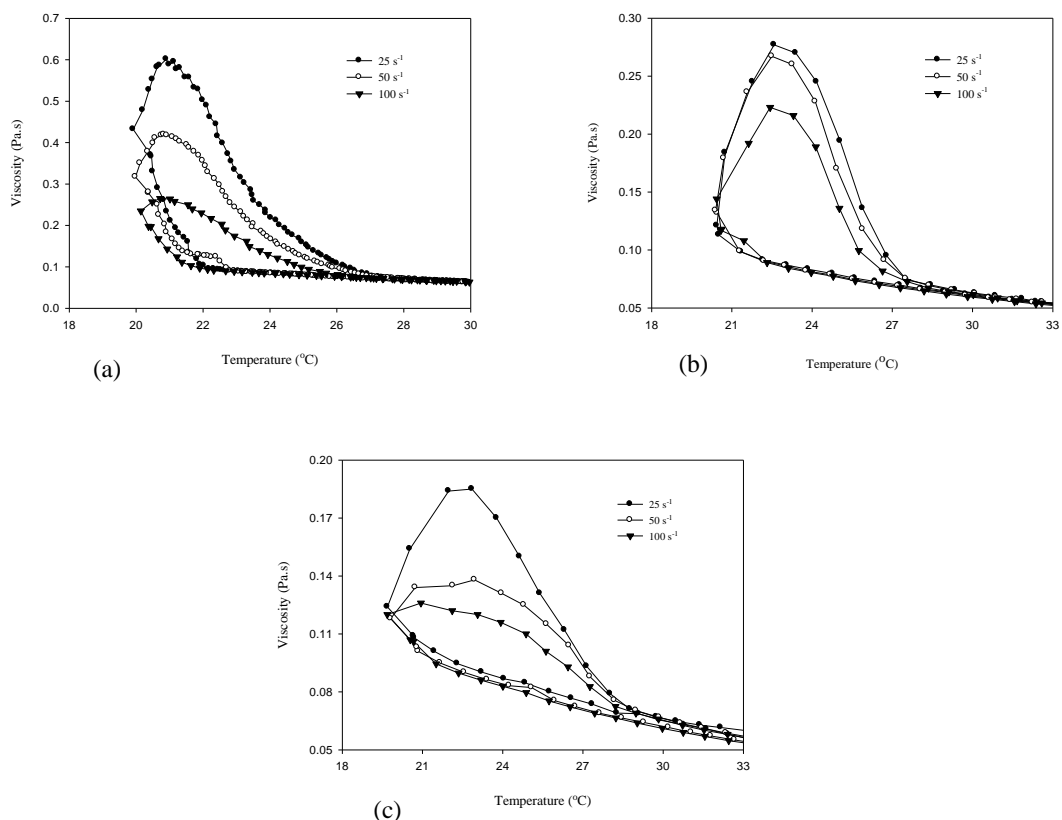


Figure 2. Effect of cooling – heating rates and shear rates on viscosity of cocoa butter (a) 1 °C.min⁻¹ (b) 5 °C.min⁻¹ (c) 10 °C.min⁻¹

This result showed that temperature, shear and cooling rates influence the nucleation and crystal growth of cocoa butter. High shear rate has effect of breaking the solid fat crystals and uniformly distributing them. In addition, it provides heat and energy which increase the rate in which the more unstable crystals can change to more stable Form V (Beckett, 2006; Mazzanti et al., 2004). However, there is a major problem with high shear rates at which they can generate too much heat and results melting of all the crystals formed. Mostly cocoa butter is crystallized under shear in industrial chocolate and candies processes because mixing promotes heat transfer and helps to build a homogeneous product (Mazzanti et al., 2003).

The necessary shear rate and temperature during chocolate production can be achieved by using an instrument, tempermeter (Le Révérend, et al., 2009). The formation of true forms can be adjusted depending on the temper index value. Stapley et al. (1999) sheared the chocolate with a concentric cylinder and discovered that up to 27 s^{-1} shear rates, a peak crystallization temperature of 13°C was observed and this was the typical untempered chocolate. Campos and Marangoni (2014) studied the static and dynamic crystallization of cocoa butter and it was reported that the crystalline structure of cocoa butter cooled under the shear resulted in a high melting stable β form. They also reported that the influence of high shear (400 rpm) on the crystallization of cocoa butter is more significant than any cooling rate effect. Also, MacMillan et al. (2002) demonstrated that temperature plays an important role in the formation of individual cocoa butter polymorphs. They also reported that forms III and IV were obtained under static conditions so shear was necessary to obtain the desired form V. The crystallization of chocolate under high shear has been investigated by Windhab et al. (1993) and with increasing shear stress, lower viscosities and significantly shorter solidification times were found by them.

The influence of shear (between $0\text{-}500 \text{ s}^{-1}$) on the crystallization of CB was also investigated by

Sonwai and Mackley (2006) at a single temperature of 20°C . They reported that shear influences crystallization kinetics and polymorphic structure of cocoa butter. It was also reported that at first, the viscosity increased slowly and much more rapidly at a later stage due to a second phase crystallization of fat phases under the influence of shear (Sonwai and Mackley, 2006).

The change in viscosity values of cocoa butter both during cooling and isothermal conditions was illustrated in Figure 3. Temperature plot was also added to rheograms because viscosity started to increase during cooling at low temperatures so this change was also important. The nucleation of crystals led to an increase in viscosity that occurred during the cooling stage. Similar behaviors had been observed in the crystallization of cocoa butter at 18.5°C and palm stearin/sesame oil blends at a cooling rate of $1 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ (Toro-Vazquez et al., 2004).

The effect of shear and cooling rates was more evident as the temperature decreased. (Figures 3a and 3b). As expected the viscosity increased towards the end of the isothermal holding period and the increases in cooling and shear rates resulted in shorter induction periods. Dhonsi and Stapley (2006) and Toro-Vazques et al. (2004) also reported that an increase in the applied shear rate resulted a shorter induction time. The effect of shear was found to be more pronounced at low cooling rates. In the present study, the longest induction period was obtained at 24°C .

There was an interesting situation during isothermal holding period at 20°C . Viscosity increased rapidly as soon as isothermal step started, then the viscosity remained approximately constant at $1 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ cooling rate because in this region, shear had an effect to melt unstable crystals formed during cooling and initial stage of isothermal period. Then transformation rate of unstable forms to stable ones increased with increasing shear rate as seen rapid change in viscosity at 100 s^{-1} (Figure 3a). However, a remarkably decrease in viscosity was seen at $10 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ cooling rate. So, after this intermediate

region viscosity increased rapidly. This can be explained that small sized unstable crystals which

formed during rapid cooling easily melted by the effect of shear.

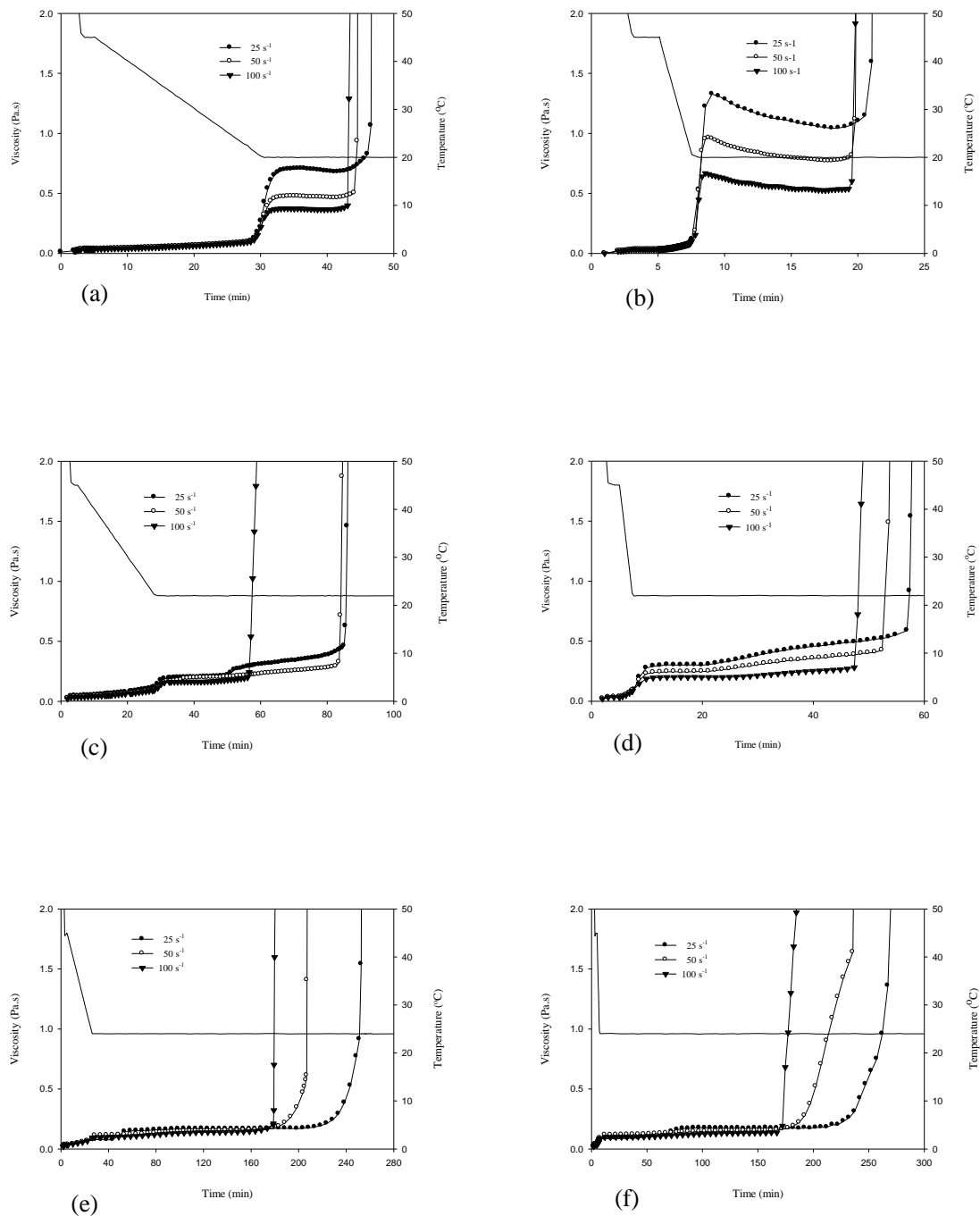


Figure 3. Change of viscosity of cocoa butter with temperature, shear and cooling rate (a) 1 °C.min⁻¹ at 20°C , (b) 1 °C.min⁻¹ at 20°C, (c) 1 °C.min⁻¹ at 22°C, (d) 10 °C.min⁻¹ at 22°C, (e) 1 °C.min⁻¹ at 24°C (f) 10 °C.min⁻¹ at 24°C

Similar studies were done by Dhonsi and Stapley (2006) for cocoa butter and Loisel et al. (1998) for dark chocolate. They applied extremely low shear, 1 s⁻¹ for cocoa butter. They observed crystallization in two steps or in other words, viscosity started to increase at the beginning and then an intermediate plateau region shown under this shear effect. They suggested that this two-step crystallization region may be arisen

fractionation effect of fats. It was also known that, agitation of the seed crystals leads to secondary nucleation and it is an important phenomena especially in fractionation of fats (Hartel, 2001). It is observed clearly at low temperature and high shear rates in this study (Figure 3a, 3b). These results are consistent with literature findings where shear has been found to promote the formation of higher polymorphs.

MacMillan et al. (2002) and Ziegleder (1985) sheared cocoa butter at 20°C and MacMillan et al. (2002) observed that Form IV was produced at 20°C without shear but formation of Form V was possible when a shear applied. Padar et al. (2009) investigated cocoa butter crystal formation and phase transition caused under the shear and they concluded that the initial form was α and the transformation into the Form V (βV) was confirmed up to 24°C.

Furthermore, it has been known for a long time that shear induces the formation of Form V. Application of shear also helps the formation of Form V directly from Form III, bypassing Form IV. Another important effect of shear force is on the orientation of crystal lattice surfaces (or systems) that leads to phase transitions (Mazzanti et al., 2003). Ramel et al. (2018) studied on crystallization and form transition properties of different cocoa butter samples which were statically and dynamically cooled. They observed that transition into more stable forms (Form V) was found to be higher than dynamically cooled cocoa butter samples (Ramel et. al., 2018).

Conclusions

Cocoa butter is more complex phenomena and known six polymorphs are involved. The forming and transformation of phases are quite sophisticated. There are a lot of factors that affect the solidification and melting properties of cocoa butter. Some of them are composition of cocoa butter especially TAG's amount and process conditions. The results described here, both cooling and shear rates affect the crystallization behavior of cocoa butter. The rate of cooling was important. A rapid rate of cooling generally led to nucleation at a lower temperature than for slow cooling. Slower cooling rates generally led to nucleation at higher temperatures. Results showed that shear promoted Form V crystallization and induction times for crystallization reduced with an increase in shear rate. TAG have enough time to organize in the liquid state in lamellae structures while

decreasing the temperature to achieve isothermal conditions and an increase in viscosity was observed with low cooling rate ($1\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$). Effect of cooling rate was more significant at lower temperatures ($P < 0.05$). It was indicated that applying shear promotes a solid to a solid transformation of fats from unstable to more stable polymorphic forms.

Knowledge of the cooling and isothermal phase behavior of cocoa butter under different cooling and shear rates is important to optimize production processes and to maintain product quality. Chocolate's rheological properties are important in the manufacturing process to achieve high-quality products with a desired textural and sensory properties and cocoa butter is responsible for this as the main ingredient.

Tempering and cooling are the most critical steps in chocolate manufacture and these steps are strongly linked with fat migration and fat bloom of chocolate. Temperature and shear control are important correct crystallization of cocoa butter during tempering process. The degree of molecular packing of cocoa butter crystals network can be controlled using shear, resulting in improved cooling protocols in the processing of chocolate. The output of this study would be useful to understand the effects of cooling and shear rates on crystallization of cocoa butter which are the critical aspects that influenced the stability of chocolate products. It is also important for prevention of fat bloom of chocolate products.

Acknowledgments

This study was a "SANTEZ", an Industrial Project [00283.STZ.2008–1], which was supported by Republic of Turkey, Ministry of Science, Industry and Technology, and Şölen Chocolate, Food Industry and Trade, Gaziantep, Turkey.

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

Author Contributions : Gülten Şekeroğlu and

Ahmet Kaya designed the study, evaluated the data and wrote the article and Gülten Şekeroğlu carried out the experiments. Both authors read and approved the final manuscript.

References

- Afoakwa, E. O., Paterson, A., & Fowler, M. (2007). Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 290-298. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2007.02.002>
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Viera, J. (2009a). Influence of tempering and fat crystallization behaviors on microstructural and melting properties in dark chocolate systems. *Food Research International*, 42, 200–209. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2008.10.007>
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Viera, J. (2009b). Fat bloom development and structure-appearance relationship during storage of under-tempered dark chocolates. *Journal of Food Engineering*. 91, 571-581. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.10.011>
- Altimiras, P., Pyle, L., & Bouchon, P. (2007). Structure-fat migration relationship during storage of cocoa butter model bars: Bloom development and possible mechanisms. *Journal of Food Engineering*, 80, 600-610. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.06.022>
- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1995). Association of Official Analytical Chemists, 16th edition. Arlington, VA, USA.
- AOCS. American Oil Chemists' Society. (1989). Solid fat content (SFC) by low-resolution nuclear magnetic resonance- The indirect method. Cd 16-81.
- Beckett, S.T. (2006). *The Science of Chocolate*, 2nd Edition, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, United Kingdom, pp 85-103.
- Beckett, S.T. (1999). *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, 3rd Edition, Blackwell Science, Oxford, UK.
- Brunello, N., McGauley, S. E., & Marangoni, A. G. (2003). Mechanical properties of cocoa butter in relation to its crystallization behavior and microstructure. *LWT-Food Science and Technology*. 36, 525-532. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00053-7)
- Campos, R., & Marangoni, A. G. (2014). Crystallization dynamics of shear worked cocoa Butter. *Crystal Growth & Design*, 14(3), 1199–1210. <https://doi.org/10.1021/cg4017273>
- Dhonsi, D., & Stapley, A. G. F. (2006). The effect of shear rate, temperature, sugar and emulsifier on the tempering of cocoa butter. *Journal of Food Engineering*. 77, 936-942. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.08.022>
- Dimick, P. S., & Manning, D. M. (1987). Thermal and compositional properties of cocoa butter during static crystallization. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 64, 1663-1669. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02542500>
- Fernandez, V. A., Müller, A. J., & Sandoval, A. J. (2013). Thermal, structural and rheological characteristics of dark chocolate with different compositions. *Journal of Food Engineering*. 116, 97-108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.12.002>
- Fessas, D., Signorelli, M., & Schiraldi, A. (2005). Polymorphous transitions in cocoa butter. A quantitative DSC study. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 82, 691-702. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10973-005-0952-7>
- Foubert, I., Vanrolleghem, P. A., Thas, O., & Dewettinck, K. (2006). Influence of chemical composition on the isothermal cocoa butter crystallization. *Journal of Food Science*, 69(9), E478–E487. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb09933.x>
- Hartel R.W. (2008). *The Crystalline State*. In: Aguilera J.M., Lillford P.J. (eds) *Food Materials Science*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71947-4_4
- Hartel, R. W. (2001). *Crystallization in Foods*. An Aspen Publication Gaithersburg, MD, USA, pp 34-87.
- Koyano, T., Hachiya, I., & Sato, K. (1990) "Fat polymorphism and crystal seeding effects on fat bloom stability of dark chocolate," *Food Structure*: Vol. 9 : No.3 , Article 6. Available at: <https://digitalcommons.usu.edu/foodmicrostructure/vol9/iss3/6>
- Landfeld, A., Novotna, P., Strohal, J., Houska, M., & Kyhos, K. (2000). Viscosity of cocoa butter. *International Journal of Food Properties*. 3, 165-169. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942910009524623>
- Le Révérend, B. J. D., Fryer, P. J., & Bakalis, S. (2009). Modelling crystallization and melting kinetics of cocoa butter in chocolate and application to confectionery manufacturing. *Soft Matter*, 5(4), 891–902. <https://doi.org/10.1039/b809446b>
- Lipp, M., & Anklam, E. (1998a). Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate-Part A. Compositional data. *Food Chemistry*. 62, 73-97. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00160-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00160-X)
- Lipp, M., & Anklam, E., (1998b). Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate-Part B. Analytical approaches for identification and determination. *Food Chemistry*. 62, 99-108. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00161-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00161-1)
- Loisel, C., Keller, G., Lecq, G., Bourgaux, C., & Ollivon, M. (1998). Phase transitions and polymorphism of cocoa butter. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 75, 425-439. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0245-y>
- Lonchamp, P., & Hartel, R. W. (2006). Surface bloom on improperly tempered chocolate. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 108, 159-168. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200500260>
- MacMillan, S. D., Roberts, K. J., Rossi, A., Wells, M. A., Polgreen, M. C., & Smith, I. H. (2002). In situ small angle X-ray scattering (SAXS) studies of polymorphism with the associated crystallization of cocoa butter fat using shearing conditions. *Crystal Growth and Design*. 2 (3), 221-226. DOI: <https://doi.org/10.1021/cg0155649>
- Marangoni, A. G. (2005). *Fat Crystal Network*. Marcel Dekker, New York, USA, pp 21-83.
- Mazzanti, G., Guthrie, S. E., Sirota, E. B., Marangoni, A. G., &

- Idziak, S. H. J. (2004). Novel shear-induced phases in cocoa butter. *Crystal Growth & Design*, 4(3), 409–411. <https://doi.org/10.1021/cg034260e>
- Mazzanti, G., Guthrie, S. E., Sirota, E. B., Marangoni, A. G., & Idziak, S. H. J. (2003). Orientation and phase transitions of fat crystals under shear. *Crystal Growth and Design*, 3, 721-725. DOI: <https://doi.org/10.1021/cg034048a>
- Metin, S., & Hartel, R.W. (1998). Thermal analysis of isothermal crystallization kinetics in blends of cocoa butter with milk fat or milk fat fractions. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 75, 1617-1624. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0102-z>
- Mohos, F. (2010). *Confectionery and Chocolate Engineering, Principles and Applications*, 1st edition, John Wiley & Sons, Ltd., Publication, West Sussex, UK.
- Padar, S., Mehrle, Y. E., & Windhab, E. J. (2009). Shear-induced crystal formation and transformation in cocoa butter. *Crystal Growth & Design*, 9(9), 4023–4031. <https://doi.org/10.1021/cg900194t>
- Perez-Martinez, D., Alvaros-Salas, C., Charo-Alonso, M., Dibildox-Alvarado, E., & Toro-Vazquez, J. F. (2007). The cooling rate effect on the microstructure and rheological properties of blends of cocoa butter with vegetable oils. *Food Research International*, 40, 47-62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.07.016>
- Ramel, P. R., Campos, R., & Marangoni, A. G. (2018). Effects of Shear and Cooling Rate on the Crystallization Behavior and Structure of Cocoa Butter: Shear Applied During the Early Stages of Nucleation. *Crystal Growth & Design*, 18(2), 1002–1011. <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.7b01472>
- Rogers M.A., Tang D., Ahmadi L., Marangoni A.G. (2008) *Fat Crystal Networks*. In: Aguilera J.M., Lillford P.J. (eds) *Food Materials Science*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71947-4_17
- Sato, K., & Koyano, T. (2001). Crystallization properties of cocoa butter in Crystallization Processes in Fats and Lipid Systems, ed by Garti, N. and Sato, K., Marcel Dekker Inc, New York, USA, pp 429-456.
- Schenk, H., & Peschar, R. (2004). Understanding the structure of chocolate. *Radiation Physics and Chemistry*, 71, 829-835. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2004.04.105>
- Sonwai, S., & Mackley, M. R. (2006). The effect of shear on the crystallization of cocoa butter. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 83, 593-596. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-006-1243-6>
- Sonwai, S., & Rousseau, D. (2006). Structure evolution and bloom formation in tempered cocoa butter during long term storage. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 735-745. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200600078>
- Spigno, G., Pagella, C., & De Faveri, D. M. (2001). DSC characterization of cocoa butter polymorphs. *Italian Journal of Food Science*, 13, 275-284.
- Stapley, A. G. F., Tewkesbury, H., & Fryer, P. J. (1999). The effects of shear and temperature history on the crystallization of chocolate. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 76, 677-685. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-999-0159-3>
- Şekeroğlu, G. (2014). *Investigation of fat bloom mechanism in dark chocolate*. PhD Thesis. University of Gaziantep. Food Engineering Department.
- Torbica, A., Jovanovic, O., & Pajin, B. (2005). The advantages of solid fat content determination in cocoa butter and cocoa butter equivalents by the Karlshamns method. *European Food Research and Technology*, 222(3–4), 385–391. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0118-7>
- Toro-Vazquez, J. F., Dibildox-Alvarado, E., Herrera-Coronado, V., & Charo-Alonso, M. A. (2001). *Triacylglyceride crystallization in vegetable oils: application of models, measurements, and limitations in Crystallization and Solidification Properties of Lipids* ed by Widlak, N., Hartel, R. and Narine, S., AOCs Press, Champaign, USA, pp 53-78.
- Toro-Vazquez, J. F., Perez-Martinez, D., Dibildox-Alvarado, E., Charo-Alonso, M., & Reyes-Hernandez, J. (2004). Rheometry and polymorphism of cocoa butter during crystallization under static and stirring conditions. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 81, 195-202. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-004-0881-z>
- Toro-Vazquez, J. F., Rangel-Vargas, E., Dibildox-Alvarado, E., & Charo-Alonso, M. A. (2005). Crystallization of cocoa butter with and without polar lipids evaluated by rheometry, calorimetry and polarized light microscopy. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107, 641-655. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200501163>
- Vaeck, S. V. (1960). Cocoa butter and fat bloom. *The Manufacturing Confectioner*, 40, 35-46 and 71-74.
- Van Malssen, K., Van Langevelde, A., Peschar, R., & Schenk, H. (1999). Phase behavior and extended phase scheme of static cocoa butter investigated with real-time X-ray powder diffraction. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 76, 669-676. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-999-0158-4>
- Van-Langevelde, A., Van Malssen, K., Peschar, R., & Schenk, H. (2001). Effect of temperature on recrystallization behavior of cocoa butter. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 78, 919-925. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-001-0364-2>
- Willie, R.L., & Lutton, E. S. (1966). Polymorphism of cocoa butter. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 43, 491-496. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02641273>
- Windhab, E. J., Niediek, E. A. & Rolfes, L. (1993). Tieftemperatur-scherkristallisationneue aspekte der temperiertechnik. *Siisswaren*, 3, 32-37.
- Yıldırım, A., Çetin, S., Öğretmen, H., Sarı, P., & Hayoğlu, İ. (2016). Narın çikolata üretiminde kullanımı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(1), 12-19. DOI: [10.29050/harranziraat.194283](https://doi.org/10.29050/harranziraat.194283)
- Ziegleder, G. (1985). Improved crystallization behavior of cocoa butter under shearing. *Int Z Lebensm Techn Verfahrenst*, 36, 412–418.
- Ziegleder, G. (1990). DSC - Thermal analysis and kinetics of cocoa butter crystallization. *Fat Science Technology*, 92, 481–485.



Determination of optimum reaction and process control parameters of starch conversion in maltose syrup production

Maltoz şurubu üretiminde nişasta dönüşümünün optimum reaksiyon ve proses kontrol parametrelerinin belirlenmesi

Sema Nur ÇİNÇİK¹, Fatih BALCI^{2*}, Mustafa BAYRAM³

^{1,2,3} Gaziantep University. Faculty of Engineering. Department of Food Engineering. 27310. Gaziantep. Turkey.
¹<https://orcid.org/0000-0003-3944-2482>; ²<https://orcid.org/0000-0002-9651-2064>; ³<https://orcid.org/0000-0001-6705-5899>

To cite this article:

Cincik, S. N., Balci, F. and Bayram, M. (2021). Determination of optimum reaction and process control parameters of starch conversion in maltose syrup production. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 131-150.
DOI: 10.29050/harranziraat.881223

Address for Correspondence:
Fatih BALCI
e-mail:
fbalci@gantep.edu.tr

Received Date:
16.02.2021
Accepted Date:
03.05.2021

© 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

In maltose syrup production, one of the critical processing stages is the starch conversion process. During this process, the reaction time and enzyme concentrations are two important parameters to obtain the standard sugar spectrum. The purpose of this study is; i) to find optimum reaction time and enzyme concentrations during the starch conversion process, ii) to determine process control and dynamic parameters during the starch conversion process in the maltose syrup production. The different amounts of beta and alpha-amylase enzymes (0.10, 0.15, 0.20 and 0.25 ml of β -amylase; 0.03, 0.05, 0.07 and 0.09 ml of α -amylase) were used to determine the optimum concentrations and time. pH, Brix and the concentrations of sugars (dextrose, maltose, maltotriose (DP3) and high sugars (DPN)) were determined. It was found that the enzyme concentration, ratios of the enzyme used and reaction time significantly affect the starch conversion process. The mixture containing 0.20 ml β -amylase and 0.05 ml α -amylase was determined as the optimum value ($P \leq 0.05$). It was found that the maximum process gains were obtained at 0.1 ml β -amylase and 0.03 ml α -amylase, 0.25 ml β -amylase and 0.03 ml α -amylase, 0.2 ml β -amylase and 0.03 ml α -amylase for dextrose, maltose, DP3 and DPN, respectively.

Key Words: Process control, Gain value, Starch conversion, Corn maltose syrup, α -amylase, β -amylase

ÖZ

Maltoz şurubu üretiminde kritik aşamalardan biri de nişasta dönüştürme işlemidir. Proses esnasında standart şeker spektrumunu elde etmek için iki önemli parametre reaksiyon zamanı ve enzim konsantrasyonlarıdır. Bu çalışmanın amacı maltoz şurubu üretiminde; i) Nişasta dönüşümü esnasında optimum reaksiyon ve enzim konsantrasyonunu bulmak, ii) Proses kontrol ve dinamik parametrelerinin tanımlanmasıdır. Optimum konsantrasyon ve zamanı belirlemek için farklı miktarlardaki alfa ve beta amilaz enzimleri (α -amilaz: 0.03, 0.05, 0.07 ve 0.09 ml ve β -amilaz: 0.10, 0.15, 0.20 ve 0.25 ml) kullanılmıştır. Ph, briks ve şeker konsantrasyonları (dekstroz, maltoz, maltotrioz (DP3) ve yüksek şekerler (DPN) tanımlanmıştır. Bu çalışmada açıkça görülmüştür ki enzim konsantrasyonu, kullanılan enzim oranları ve reaksiyon zamanı nişastanın maltoza dönüşümünde önemli ölçüde etkilidir. Maltoz şurubunun optimum şeker değerlerine ulaşması için en ideal enzim karışım 0.20 ml β -amilaz ve 0.03 ml α -amilazdır. Maksimum proses kazanımları dekstroz, maltoz, DP3 ve DPN için 0,1 ml β -amilaz ve 0,03 ml α -amilaz, 0,25 ml β -amilaz ve 0,03 ml α -amilaz, 0,2 ml β -amilaz ve 0,03 ml α -amilazdır.

Anahtar Kelimeler: Proses kontrolü, Kazanç değeri, Nişasta dönüşümü, Mısır maltoz şurubu, α -amilaz, β -amilaz

Introduction

Starch is one of the most common foods consumed by humans in the world. It is generally derived from corn, rice, wheat, potato and tapioca, (Johnson et al., 2009). Starch is found as a carbohydrate in the seeds and roots of many plants (Zeeman et al., 2010). Starch-containing foods are an important element of nutrition and among the foods consumed by humans. Also, starch is used as a different product e.g. chemically or enzymatically processed such as glucose, fructose syrup, etc.

Starch is accepted as a polymer of dextrose; consists of two noticeable fractions amylose and amylopectin. Despite differ depending on the starch type, it is generally in the range of 20-25% amylose and 75-80% amylopectin. Amylose and amylopectin have a similar molecular structure (Gough et al., 2020)

The amylose fraction comprises dextrose molecules combined at the 1-4 linkages to form a long, spiral chain. A chain of dextrose molecules which in the amylopectin fraction, combined at the 1-4 linkages, but with an additional straight-chain attached at the 1-6 linkages. When using enzymes in maltose syrup production 1-4 and 1-6 linkages are very crucial because some enzymes can bind with this region. Therefore, the right choice of enzyme ratio is crucial for a successful process (Hull, 2010).

The starch industry uses α and β amylase, isomerase, glucoamylase, pullulanase as enzymes. the α -amylase enzyme binds to 1-4 linkages in gelled starch at dextrose and maltose production. β -amylase attacks the linkages to produce maltose, with little amounts of dextrose, just as α -amylase (Hull, 2010).

Maltose syrup (called also "corn syrup") is produced using the technique of the hydrolysis of starch. Corn starch is the main raw material for maltose syrup production (Pontoh and Low, 1995). Moreover, maltose syrup is get from wheat, rice, cassava and barley (Hull, 2010). At the same time, It can be defined as maltose, glucose and other saccharides solutions obtained

from edible starch (Eke-Ejiofor, 2015). Corn syrup gives foods to soften texture, add volume, prevent sugar from crystallization and enhancing aroma. Furthermore, they are used in pharmaceuticals, brewery and bakery products. Based on the hydrolysis technique of starch and to what extent the hydrolysis reaction is allowed to proceed, the different maltose syrups with different properties and uses are produced (Norman et al., 2001).

Industrially, corn maltose syrup is produced by enzymatic conversion of starch. Type 2-yellow dent-corn, which is removed from the cob is used for maltose syrup (Öktem et al., 2013). Approximately, 70% (d.b.) of kernel is starch and 10% (d.b.) is protein. During steeping, corn absorbs water. Soluble protein passes to water. The moisture of corn increase from 15 to 40% and the kernel swell and then soften. After steeping, corn (40%) is milled and corn gluten meal, corn germ, corn protein and starch are separated from each other. The maltose process sets out the liquefaction step. Liquefaction step is done by using jet cooking, feed has 30–35% dry solid starch slurry (Van Der Maarel et al, 2013). Starch is passed from jet cooking at 105 °C for 10 min and hold at the liquefaction step to work α -amylase enzyme. Then, the β -amylase enzyme is added for the conversion of sugar. This step is called starch conversion and/or reaction. In this study, this step was evaluated based on enzyme concentration, reaction time, process control and dynamic (dead time, process time constant and gain).

For the further step in the production, there are filtration, ion exchange and evaporation. Corn protein is not completely separated from sugar therefore rotary vacuum filter is used for separating corn protein from sugar. Maltose syrup is passed through the ion exchange step for removing anions and cations. Finally, the concentration of maltose syrup is increased at the evaporation step. For commercial purposes, corn syrups are subdivided into four types based on dextrose equivalent; 20-38 Dextrose Equivalent (DE), 38-58 DE, 58-73 DE and 73 DE or above

(Blanchard, 1992). Sugar spectrum is determined by using HPLC (Polat et al., 2016).

As mentioned previously, the enzymatic conversion/reaction stage is very important for maltose syrup production. Since, polysaccharide chains are broken down to monomers, disaccharide and higher sugars during the reaction process. Temperature, enzyme type, substrate concentration and reaction time affect the maltose reaction. But, the information is very limited in the literature about the reaction (starch conversion) step.

In the starch industry, the reaction time is generally decided by the operators, in practice. The reaction time and initial enzyme concentration are the main decisive factors on the cost of the operation and product quality. If the reaction time is decreased, it will cause an increase in capacity and a decrease in energy cost. Additionally, process control and dynamics are critical for this step to obtain smooth production and product quality. Therefore, process gain (change in output/change in input), reaction time constant and dead time are the most important values for the process control of the dynamic systems (Altmann, 2005). In order to determine these values, the process reaction curve technique is maybe the best generally used method. It is simple to perform and provides an adequate model for many applications.

The purpose of this study was i) to find optimum reaction time and enzyme concentrations (α -amylase and β -amylase), ii) to determine process control and dynamic parameters which are, dead time values, process time constant and process gain during the starch conversion process in the maltose syrup production.

Material and Methods

Materials

The starch slurry was obtained from a controlled production line of Beşan Starch Plant (Gaziantep, Turkey). The moisture and starch

contents of corn (*Pioneer-2013*) used in the starch production were measured as 15 and 70% (w.b.) (AOAC, 1990), respectively. β -amylase (E1), (1280 U/g Spezyme DBA-F, Genencor, Dupont, USA) and α -amylase (E2), (32518 U/g Spezyme LT 300, Genencor, Dupont, USA) were used for the enzymatic conversion of starch during the reaction step.

Experimental set-up

The experimental set-up is given in Figure 1. The study was comprised of two parts as the plant and laboratory sections. The starch was produced and then cooked by using a jet-cooking under the controlled conditions (105-106 °C, 10 mins). The starch content of slurry in the jet-cooking operation was 37%. The pH of the slurry was 5.7-6.0. After the jet cooking operation, the slurry was transferred to the liquefaction unit. In this step, dextrose equivalent (DE) and pH were reached 13 and 5.7, respectively. In order to stop the liquefaction operation, pH was adjusted to 2.0 by adding hydrochloric acid (Akay Kimya, Turkey). Then, the samples were stored for the experiments in a deep freezer (Beko, Turkey) at -5 °C.

For the reaction/starch conversion stage, 2 liters of the sample was used for each run. pH and temperature were adjusted to 5.50-6.20 and 60 °C, respectively. The pH adjustment was made by using 45% of NaOH (Akay Kimya, Turkey). The reaction was carried out in an agitator (RW 16 Basic, IKA, Japan) and a modified controllable water bath (BW20G, Jeo Tech, Korea).

The different amounts of enzymes (E1 and E2) were added for the reaction/starch conversion process (Table 1). The samples were collected every one hour for the analysis of dextrose, maltose, maltotriose (DP3), high-sugars (DPN), Brix, DE and pH.

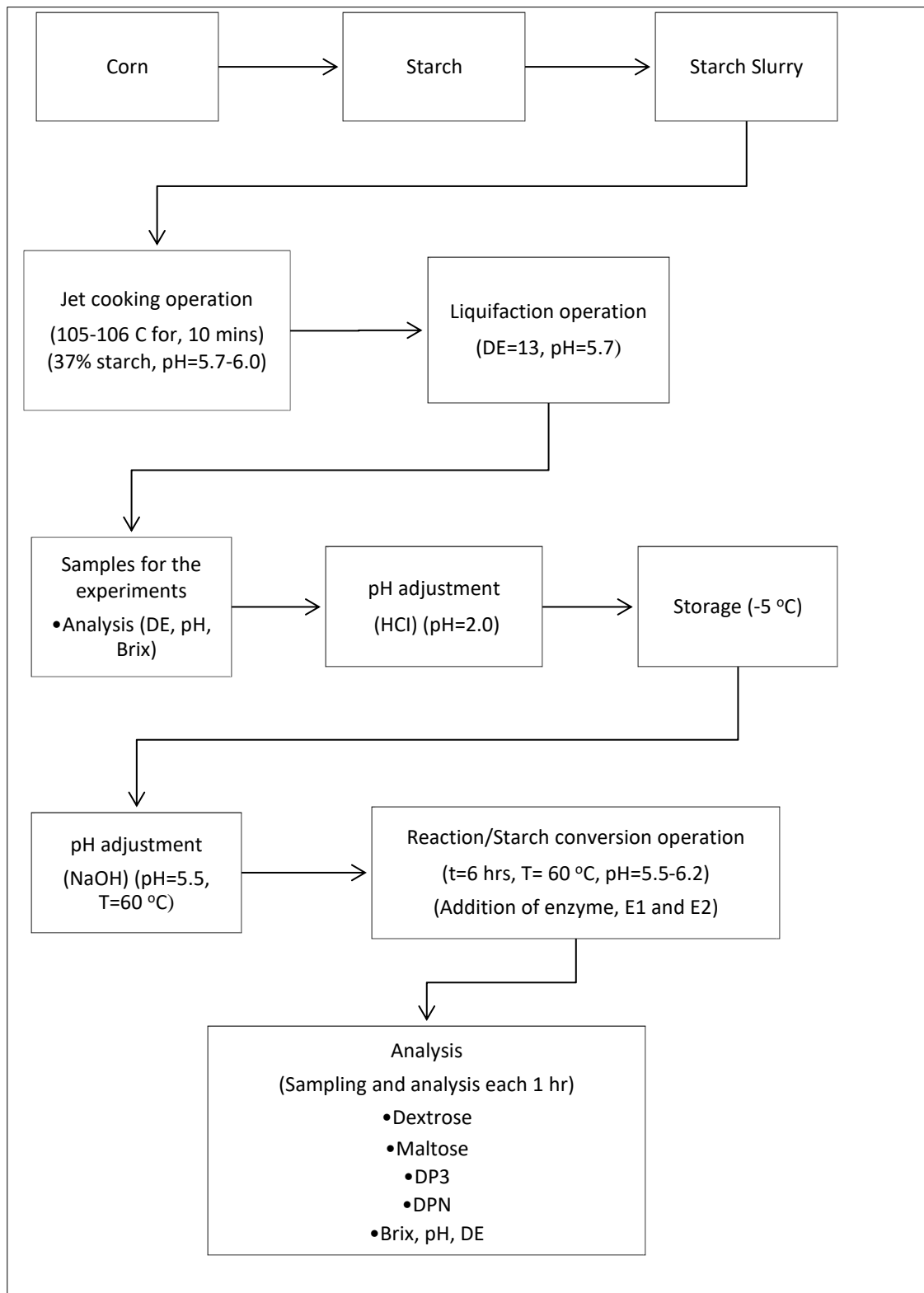


Figure 1. Experimental Set-up

Brix was measured using a refractometer (NAR-3T, Atago, Japan) at 20 °C. The samples were filtered before the measurements.

Determination of sugar profile

The amount of dextrose, maltose, maltotriose (DP3) and high sugars (DPN) were determined by using HPLC (DGU-20A3, SIL-20 AHT, Reservoir tray, RID-10A, CTO-20A, Shimadzu, Japan)

according to the method of Corn Refiner Associations, E-61 method (CRA, 2010). The sample (Brix=10) was prepared in a 1 ml vial. After 20 minutes of resting, the sugar spectrum was determined. DPN, DP3, maltose and dextrose were determined at 7, 8, 9 and 11th mins, respectively. The pump flow rate and oven temperature were 0.5 ml/min and 80 °C, respectively (CRA, 2010).

Determinations of pH

The Brix of the sample was adjusted to 40 before the measurement of pH. pH was measured by using a pH meter (Orion Star Series, Thermo Scientific, Singapore).

Determination of dextrose equivalent (DE)

Dextrose equivalent (DE) was measured by using Lane and Eynon method (CRA, 2010).

Determination of process control and dynamic parameters (process gain, process time constant and dead time)

To determine the process control and dynamic variables (process gain, process time constant and dead time), the process reaction curve technique was used (Marlin, 2000). For this technique, there are two methods such as Method I and Method II, which both use graphical solutions. The graphical solution for the process reaction technique decides the parameters for a first-order with a dead-time model. The version defines $X(s)$ denoting the input and $Y(s)$ denoting the output (Eq. 1). Both X and Y expressed in aberration factors;

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{Kp e^{-\theta s}}{\tau s + 1} \tag{1}$$

where Kp , θ , τ and s are process gain, dead time, process time constant and Laplace frequency value, respectively.

The first method (Method I) concerted by Ziegler et al. (1942) uses graphical calculations. The average rates decided from the plot are the value of the input change (δ), the steady-state change in the output (Δ) and the maximum slope of the output-versus-time plot (S). The values from the plot can be described to the model parameters about the subsequent relationships for a first-order-with-dead-time model. The common model for a step within the input with $t \geq \theta$ is;

$$Y'(t) = Kp * \delta [1 - e^{-\frac{(t-\theta)}{\tau}}] \tag{2}$$

The slope for this response at any time $t \geq \theta$

can be designated to be;

$$\frac{dY'(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left\{ Kp * \delta \left[1 - e^{-\frac{t-\theta}{\tau}} \right] \right\} = \frac{\Delta}{\tau} e^{-(t-\theta)/\tau} \tag{3}$$

The max slope at $t = \theta$. That, $S = \Delta/\tau$. Thus, the variables can be described as;

$$Kp = \Delta/S \tag{4}$$

$$\tau = \Delta/S \tag{5}$$

where θ is the intercept of maximum slope with initial value, $Y_2(t)$ is output value versus time.

The second method, Method II also uses the graphical solution. The average rates examined from the graph are the steady-state change in the output (Δ), the significance of the input change (δ) and the times where the output levels up 28% and 63% of its final value. The chart can be associated with the model parameters using the common definition Eq. 2. Choice of any two values of time can examine the unexplained specifications, θ and τ . The ordinary times are preferred where the transient response is changing rapidly so that the model parameters can be exactly stated despite measurement noise (Smith, 1972). The definitions are;

$$Y(\theta + \tau) = \Delta(1 - e^{-1}) = 0.632\Delta \tag{6}$$

$$Y(\theta + \tau/3) = \Delta(1 - e^{-1/3}) = 0.283\Delta \tag{7}$$

Thus, the values of time at which the output reaches 28.3 and 63.2 percent of its final value were used to calculate the parameters.

$$t_{28\%} = \theta + \frac{\tau}{3} \tag{8}$$

$$\tau = 1.5 (t_{63\%} - t_{28\%}) \tag{9}$$

To sketch the graphs, the experimental data was modeled by using the Sigmoidal model (Sigmoid, 3 Parameter) (Eq. 10) (Sigmaplot Software, Sigmaplot Co., Cornwall, Canada).

$$f = a/(1+\exp(-(x-x_0)/b)) \tag{10}$$

where f , a , b , x and x_0 are parameters of the model.

Statistical analysis

A standard procedure of the analysis of variance (One-way Anova) ($\alpha \leq 0.05$) was performed to the data to assess the influence of the amount of enzyme and time on the sugar spectrum. Statistically significant correlations were decided as regards the Pearson coefficient ($P \leq 0.01$). All statistical analyses were applied using SPSS software (ANOVA, SPSS Inc., Chicago, IL). The experiments were two replicated and the measurements were duplicated.

Results and Discussion

In the starch industry, the optimum maltose sugar spectrum is normally reached within 6 hours in the reaction step. Enzymes used during this step are quite costly. To reduce this cost, it is necessary to determine the optimum enzyme mixture. In the present study, the optimum enzyme mixture of β -amylase and α -amylase was determined by using different concentrations shown in Table 1. The experimental and statistical data obtained in the study conducted to find the ratio of the ideal mixture of these two enzymes to determine the optimum enzyme mixture are

presented in Table 2. Besides, during the conversion of starch to maltose in the reaction step, it was determined the dextrose, maltose, maltotriose (DP3), higher sugars (DPN), Brix and pH for each enzyme mixture for each hour. The overall experimental results are shown in Figure 6-9. The correlations among the parameters were analyzed statistically as Pearson coefficients and shown in Table 2.

Table 1. Concentration of enzymes (E1: β -amylase, E2: α -amylase)

Run No	E1 (ml)	E2 (ml)	Ratio (E2/E1)
1	0.10	0.03	0.30
2	0.10	0.05	0.50
3	0.10	0.07	0.70
4	0.10	0.09	0.90
5	0.15	0.03	0.20
6	0.15	0.05	0.33
7	0.15	0.07	0.47
8	0.15	0.09	0.60
9	0.20	0.03	0.15
10	0.20	0.05	0.25
11	0.20	0.07	0.35
12	0.20	0.09	0.45
13	0.25	0.03	0.12
14	0.25	0.05	0.20
15	0.25	0.07	0.28
16	0.25	0.09	0.36

Table 2. Pearson correlation test coefficients

	E1	E2	Time (hr)	Dextrose (% g/g)	Maltose (% g/g)	DP3 (% g/g)	DPN (% g/g)
E1 (ml)	1						
E2 (ml)	0.00	1					
Time (hr)	0.00	0.000	1				
Dextrose (% g/g)	-613**	0.156**	0.476**	1			
Maltose (% g/g)	0.550**	0.007	0.748**	-0.006	1		
DP3 (% g/g)	-0.225**	0.271**	0.765**	0.540**	0.556**	1	
DPN (% g/g)	-0.371**	-0.080	-0.830**	-0.170**	-0.961**	-0.725**	1

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). * Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

E1: β -amylase, E2: α -amylase, DP3: maltotriose, DPN: degree of polymerization high sugars

Changes in the amount of dextrose, maltose, DP3 and DPN during the starch conversion reaction

The starch from the different sources could be converted into glucose, maltose and maltodextrins. One of the most widely used in the food industry is maltose, especially in the brewing industry (Pidcocke et al., 2009). The starch chain can be converted into dextrin by a few groups of

amylases (BeMiller and Huber, 2007; Synowiecki, 2007). The α -amylases hydrolyze the starch molecule into smaller molecules. It is used to advance the gelatinization process, in enzymatic starch extraction, to decrease medium viscosity and in saccharification processes (BeMiller et al., 2007; Synowiecki, 2007). β -amylases (EC 3.2.1.2) are liable for partial hydrolysis of starch.

E1 is the β -amylase enzyme responsible for the

hydrolysis of starch. E2 is an α -amylase enzyme that decreases medium viscosity. When the changes in the amount of dextrose, maltose, DP3 and DPN were analyzed during the starch conversion stage, it was found that the amount of dextrose significantly ($P \leq 0.05$) changed. The minimum (0.30%) and maximum (2.74%) amount

of dextrose were obtained at Run 5 ($E1=0.15+E2=0.03$) (Figure 7) and Run 3 (Figure 6) ($E1=0.10+E2=0.07$), respectively. Figure 2 shows that not only E1 and E2 enzymes affect the dextrose amount and time also affects the dextrose concentration.

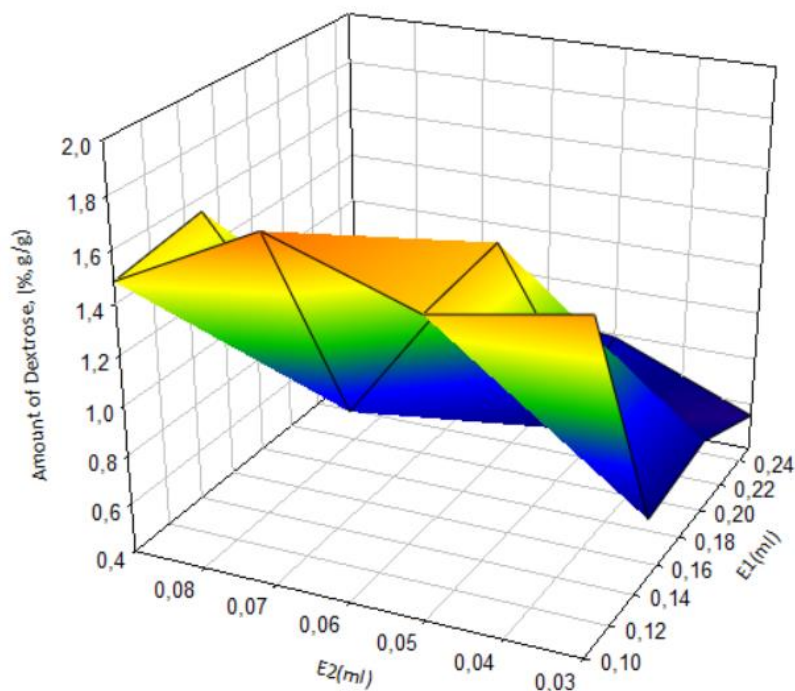


Figure 2. Three-dimensional illustration of effect of different enzyme concentrations (E1:E2) on dextrose

Statistical analysis showed that $E1 \times E2$, $E2 \times \text{Time}$ and $E1 \times E2 \times \text{Time}$ interactions had a significant ($P \leq 0.05$) effect on the amount of dextrose. According to the results of the Pearson correlation test ($P \leq 0.01$), the amount of dextrose changed by using alpha (within the range 0.03-0.09) and beta-amylases (within the range 0.1-0.25) during the starch conversion operation. Besides, the correlations between E1, E2 and time were significant ($P \leq 0.01$) as shown in Table 2. As a result of both analyses, the dextrose concentration was affected by alpha and beta-amylase enzymes and time.

When the change in the amount of maltose was evaluated during the starch conversion stage by using the different enzyme concentrations and ratios (Figure 3), it was determined that there was a significant ($P \leq 0.05$) increase in the amount of

maltose during the starch conversion. According to the Pearson correlation analysis, the amount of maltose increased with E1 concentration; however, E2 concentration had not significant ($P > 0.05$) effect (Table 2) on the amount of maltose. The maximum amount of maltose was obtained at $E1=0.25+E2=0.03$ (Run 13) (Figure 9) while the minimum amount of maltose was obtained at $E1=0.1+E2=0.07$ (Run 3). It was also found that E1, time, $E1 \times \text{time}$ and $E1 \times E2$ were significantly ($P \leq 0.05$) effective on the maltose concentration. It is obvious that the E1 enzyme and time were effective in the maltose concentration. The effectiveness of E1 can be explained that it is beta-amylase as a debranching enzyme that converts polysaccharides to monosaccharides based on Hull (2010).

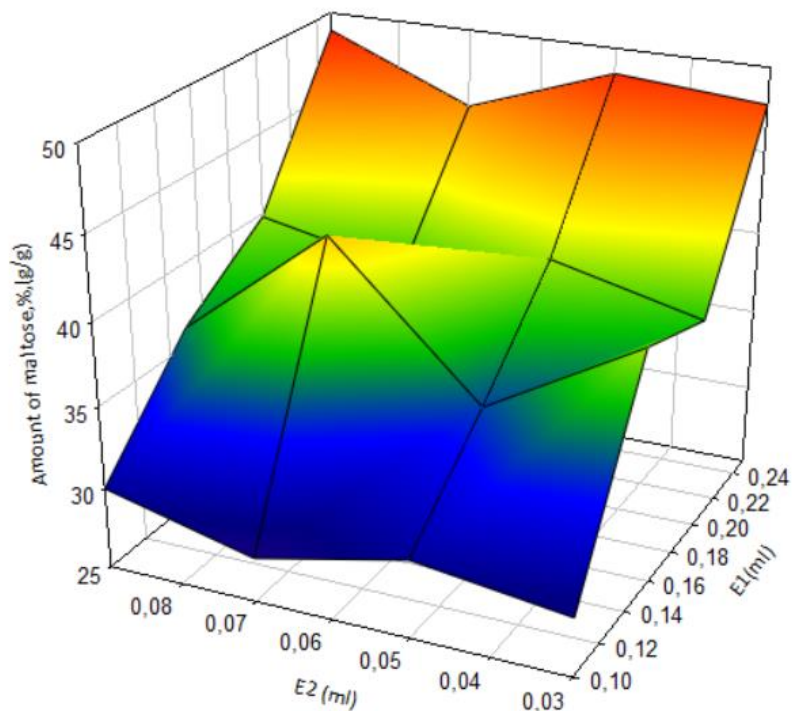


Figure 3. Three-dimensional illustration of effect of different enzyme concentrations (E1:E2) on maltose

In a similar study on the conversion of barley starch, MacGregor et al. (1999) applied response surface methodology to examine α and β amylase levels and dextrinase enzymes. These enzymes are required for adequate modification of starch to fermentable sugars during the mashing process. Micro-scale mashes clarified from barley starch and malt enzymes. They were treated in a mash bath and solubilized starch, reducing sugars (neocuproine assay) and fermentable sugars (anion exchange HPLC) analyses were done for mash liquors. They found that fermentable sugars in the mash liquor were exactly related to reducing sugars and the percentage of starch solubilized during mashing. The addition of limit dextrinase to the mashes caused an important rising in levels of fermentable sugars and limit dextrinase displayed a synergistic effect with combined high levels of beta-amylase in

increasing levels of maltose in the mash liquor. The obtained data and literature information support each other. As the β -amylase level increases in the reaction, the number of maltose increases. Similar to dextrose and maltose, the amount of DP3 significantly ($P \leq 0.05$) changed (Figure 4). It was found that E1, E2 and time had a significant effect ($P \leq 0.01$) on the change of DP3 (Table 2). Additionally, there was a correlation between dextrose, maltose and DP3. The maximum and minimum amount of DP3 were 21.86 and 6.78 % at 3rd hour ($E1 = 0.15 + E2 = 0.07$) and at 1st hour ($E1 = 0.20 + E2 = 0.03$), respectively. According to the statistical analysis, there was a significant interaction ($P \leq 0.05$) such as E1x Time, E1xE2, E2xTime and E1xE2xTime. An increase in the concentration of E1 and E2, and also reaction time had a reverse effect on the concentration of DP3 (Table 2).

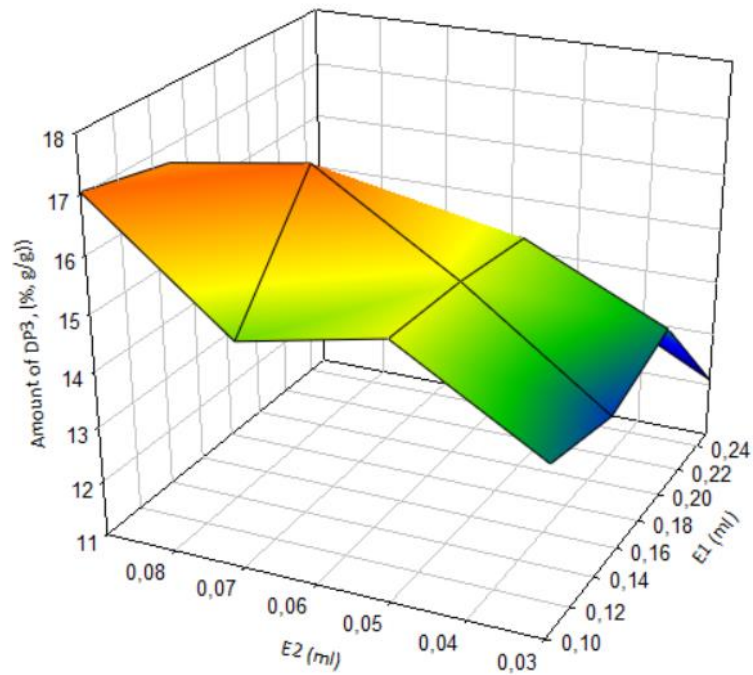


Figure 4. Three-dimensional illustration of effect of different enzyme concentrations (E1:E2) on DP3

The minimum amount of DPN (high sugar) was also found as 28.82% at the 6th hour (0.25 ml E1+0.07 ml E2 enzyme) and its maximum amount was determined as 77.74% at the first hour (0.1 ml E1+0.07 E2) (Figure 5). E1, E2, time, E2xTime, E2xE1, E1xTime, E1xE2xTime had a significant

($P \leq 0.05$) effect on the high sugar concentration. E1 and E2 enzymes had a reverse effect on DPN concentration according to Pearson correlation. Besides, time, dextrose, maltose and DP3 concentrations have a reverse effect on DPN concentrations ($P \leq 0.05$).

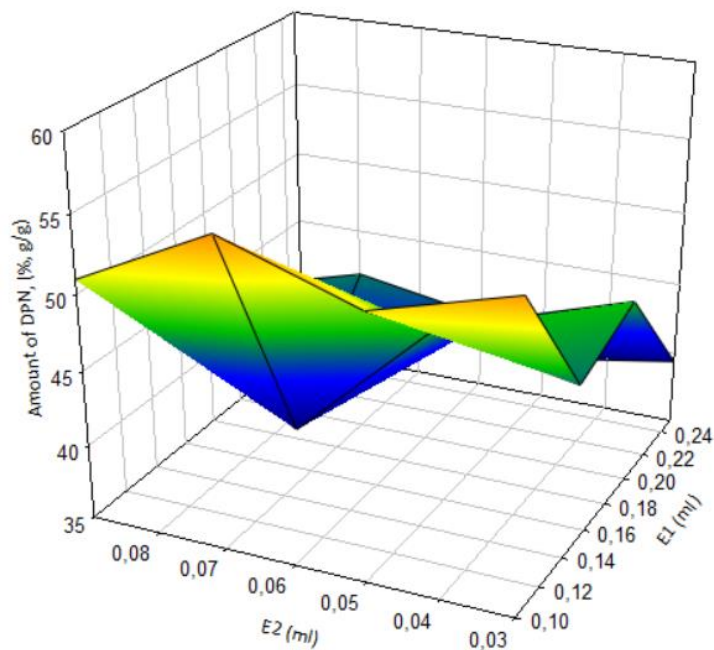


Figure 5. Three-dimensional illustration of effect of different enzyme concentrations (E1:E2) on DPN

In the present study, additionally, besides the enzyme amounts, the enzyme ratios (E2/E1) (Table 1) were evaluated to find their effect on the amount of dextrose, maltose, DP3 and DPN. The minimum amount of dextrose was found at

0.12 of enzyme ratio (E2/E1) in 1st hour (Run 13; 0.25 ml E1+0.03 ml E2) (Table 1). However, the maximum amount of dextrose was found at 0.70 of enzyme ratio (E2/E1) at the 6th hour (Run 3; 0.10 ml E1+0.07 ml E2) (Table 1). It indicated

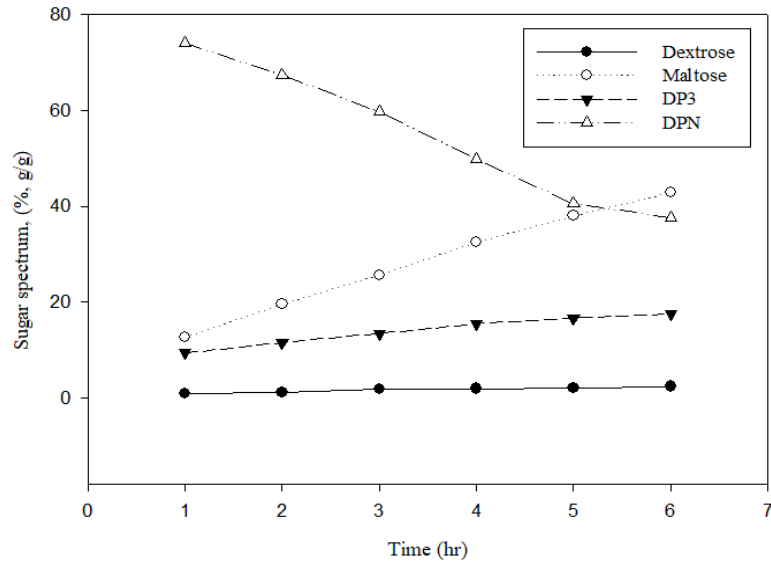
while increasing the E1 enzyme that the amount of dextrose did not increase. On the other hand, the E2 enzyme was important for increasing the dextrose concentration. Also, time proportionally affected the amount of dextrose.

The minimum and maximum amounts of maltose were determined at 0.7 and 0.12 of enzyme ratios (E2/E1), (Run 3; 0.10 ml E1+0.07 ml E2, Run 13; 0.25 ml E1+0.03 ml E2) at 1st and 6th hours, respectively (Table 1). E1 enzyme and time had a positive effect on the maltose concentration. On contrary, the E2 enzyme had no important effect on the maltose. Besides, the minimum and maximum amounts of DP3 were determined at 0.15 and 0.47 of enzyme ratios (E2/E1), (Run 9; 0.20 E1+0.03 E2, Run 7; 0.15 E1+0.09 E2) at 1st and 6th hours (Figure 7-8), respectively. The minimum and maximum amounts of DPN were determined at 0.28 and 0.47 enzyme ratios (E2/E1), (Run 15; 0.25 ml E1+0.07 ml E2, Run 3; 0.10 ml E1+0.07 ml E2) at 1st and 6th hours (Figure 6 and 9), respectively. All of these data indicate that time positively affects dextrose, maltose and DP3 concentrations, but reverse affects on DPN concentration. Additionally, E1 and E2 enzymes show a positive effect on all of the sugars.

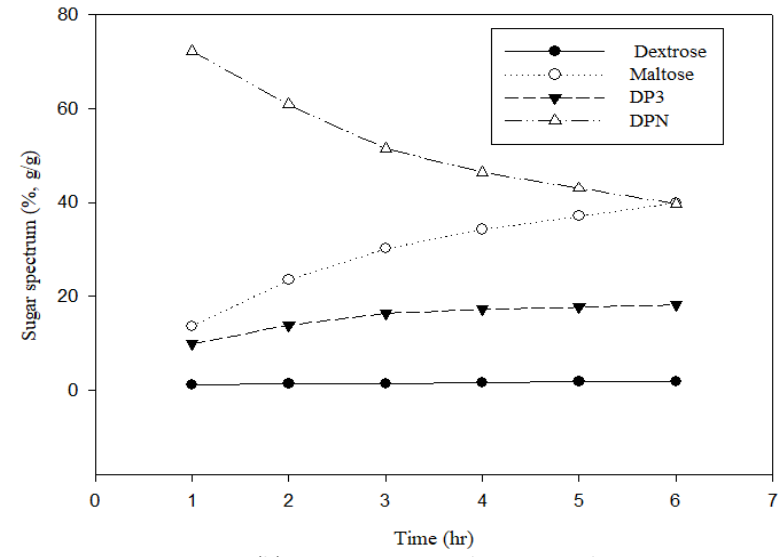
There are different starch sources in the industry and they are nearly used the same production method. The results of the present study are also helpful for the other starch processing. In order to evaluate the suitability of this study to the other starch applications, the study of Lin et al. (2013) is important. In their studies, the rice starch sample was converted into maltose syrup for comparison with the corn starch sample. A amylase enzyme was used for conversion at the liquefaction step (EC 3.2.1.1). Also, pullulanase (EC 3.2.1.41) and β -amylase (EC 3.2.1.2) were used at the saccharification step. Scanning electron micrographs were used for determining the structure of the rice and corn starch samples. The final data showed that the granule range of the rice starch was considerably small and the optimal liquefaction time of rice starch short according to the corn starch sample.

The main impurities of the rice starch sample which are isomaltose and higher oligosaccharides were considerably low according to the sample of corn ($P \leq 0.05$) and starch of rice to maltose conversion was similar to corn starch. It was showed that rice starch was used as an alternative to corn starch. Therefore, the results of the present study can also be better used in rice starch production.

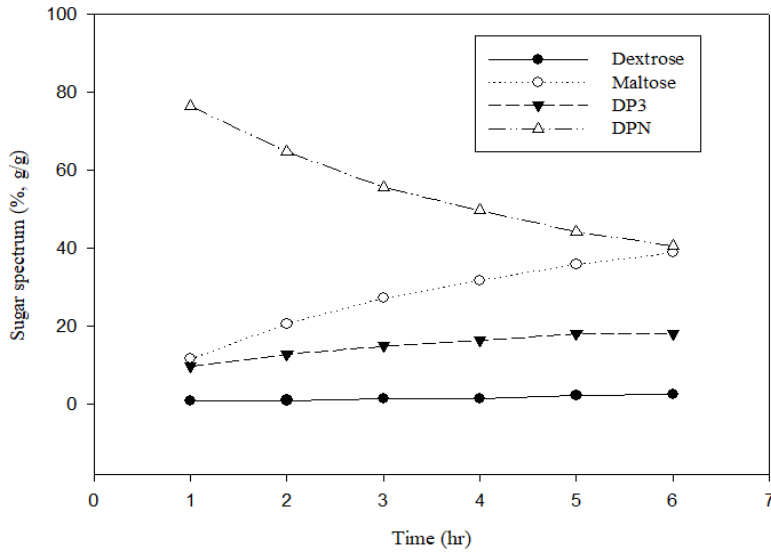
Chemical, thermal and enzymatic treatment can be a new process for hulled barley as an applicable starch source. These processes were developed by Kim et al. (2011). The aim of this treatment is both starch and lignocellulosic polysaccharides in hulled barley grains convert into fermentable sugars at the same time no need for milling and bran separation. In that study, hulled barley grains were processed in a 63-ml flow-through packed-bed stainless steel reactor at 0.1 and 1.0 (wt.) % sulfuric acid and 110 - 170 °C. After this step, conversion of starch and lignocellulose in the barley into sugar was carried out by using alpha-amylase, glucoamylase, cellulase and beta-glucosidase. Barley grains in the pre-treated which have starch and non-starch polysaccharides were performed to fermentable sugars. Hulled barley grains were converted into fermentable sugars with the available glucose and xylose. The 1.0 (wt.) % sulfuric acid 110 °C conditions were used to obtain maximum efficiency from fermentable sugars.



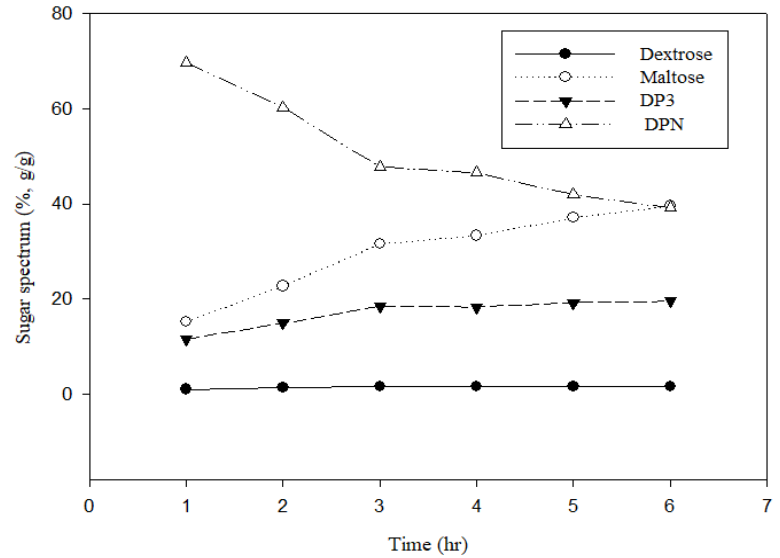
(a) Run 1: E1=0.10ml+ E2=0.03ml



(b) Run 2: E1=0.10ml+ E2=0.05ml

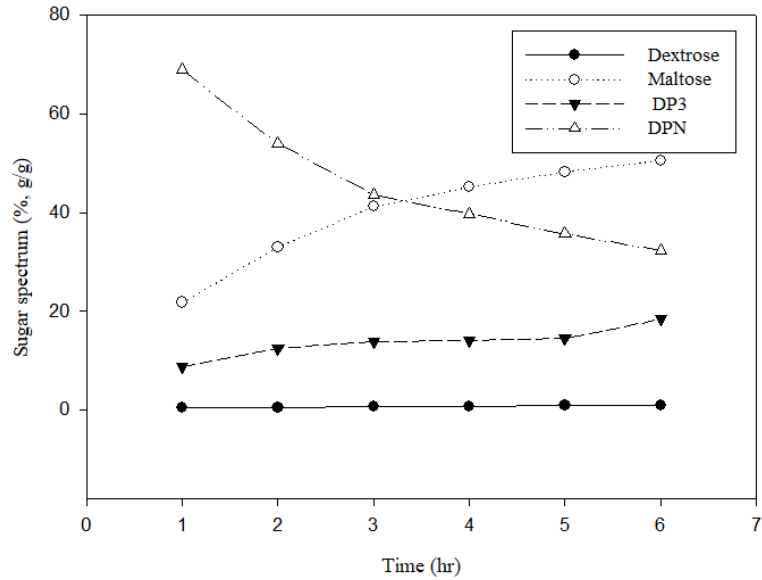


(c) Run 3: E1=0.10ml+ E2=0.07ml

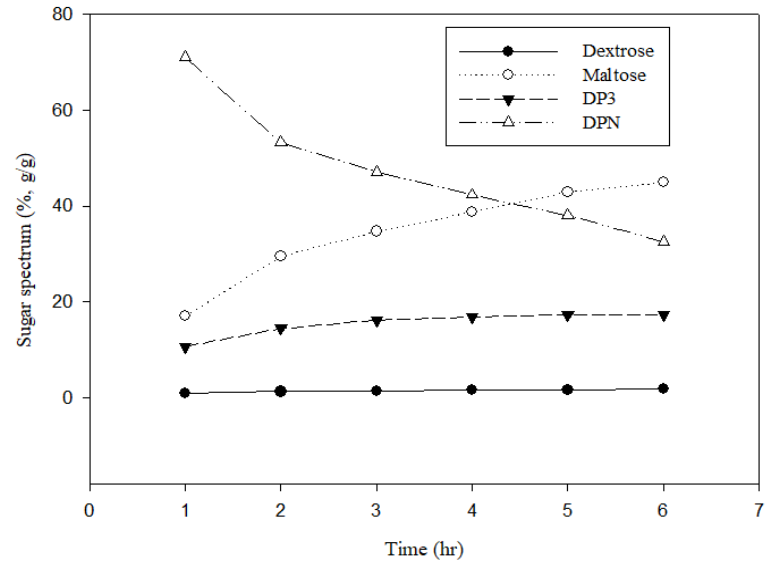


(d) Run 4: E1=0.10ml+ E2=0.09ml

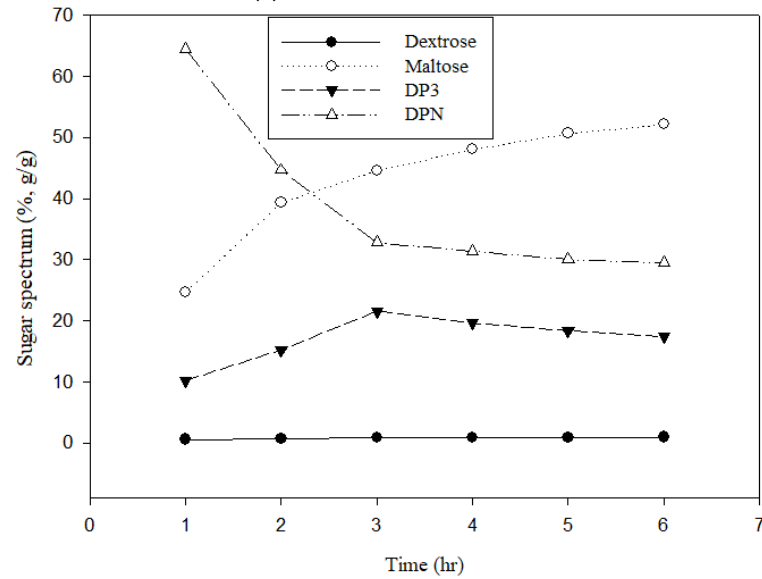
Figure 6. Different E2 concentrations; (a): 0.03 ml, (b): 0.05 ml, (c): 0.07 ml and (d): 0.09 ml mixed with E1: 0.10



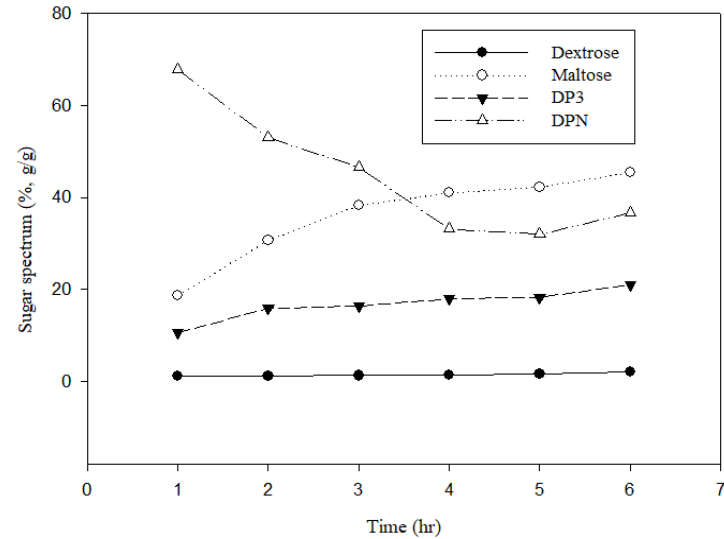
(a) Run 5: E1=0.15ml+E2=0.03ml



(b) Run 6: E1=0.15ml+E2=0.05ml

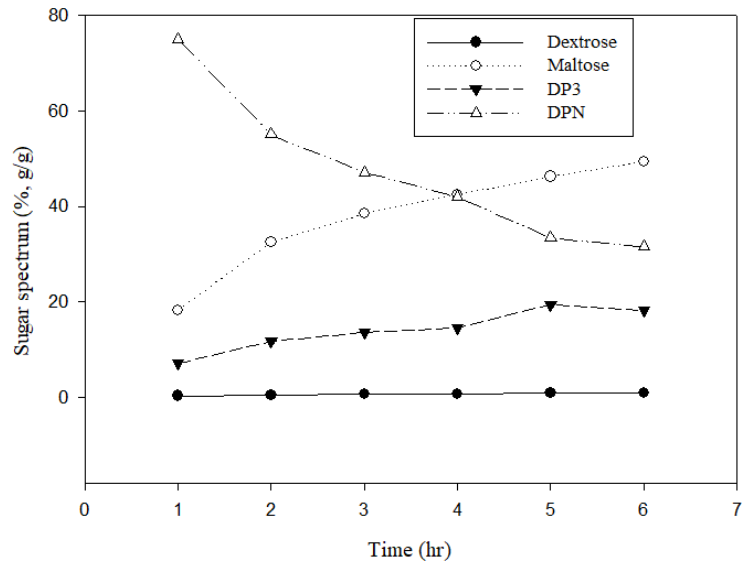


(c) Run 7: E1=0.15ml+E2=0.07ml

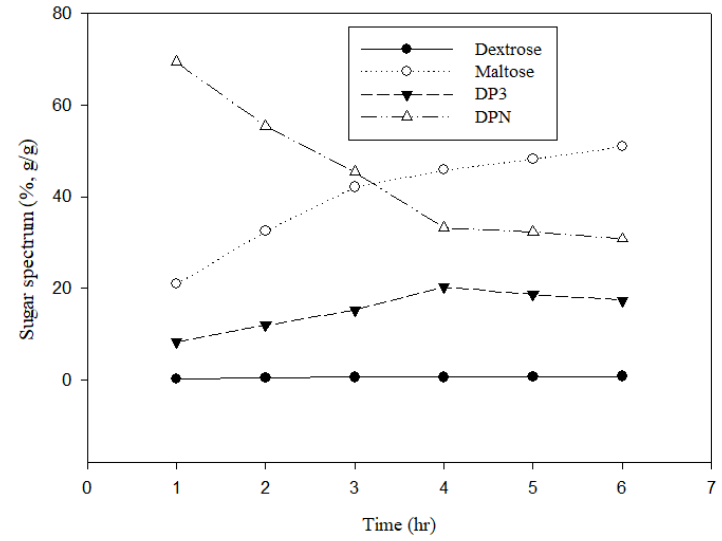


(d) Run 8: E1=0.15ml+E2=0.09ml

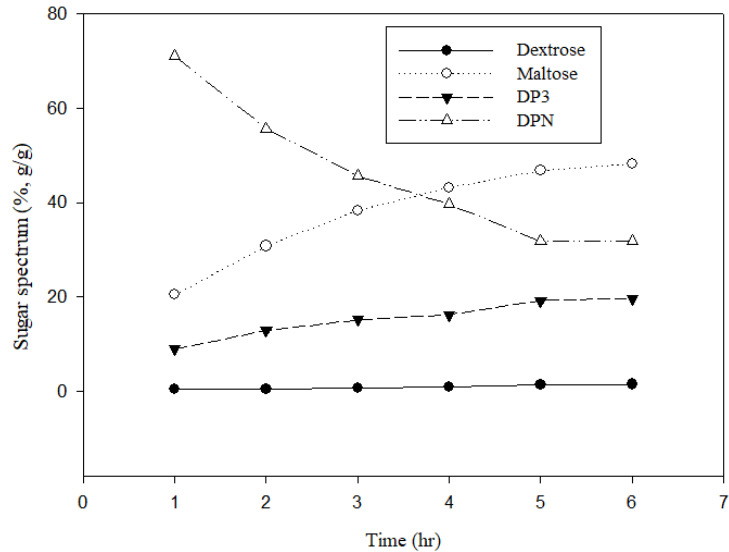
Figure 7. Different E2 concentrations. (a): 0.03 ml, (b): 0.05 ml, (c): 0.07 ml and (d): 0.09 ml mixed with E1: 0.15 ml



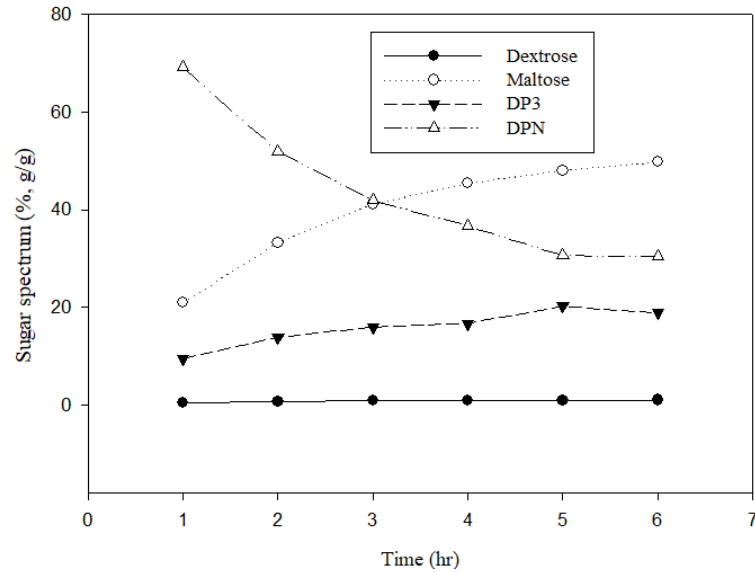
(a) Run 9: E1=0.20ml+E2=0.03ml



(b) Run 10: E1=0.20ml+E2=0.05ml

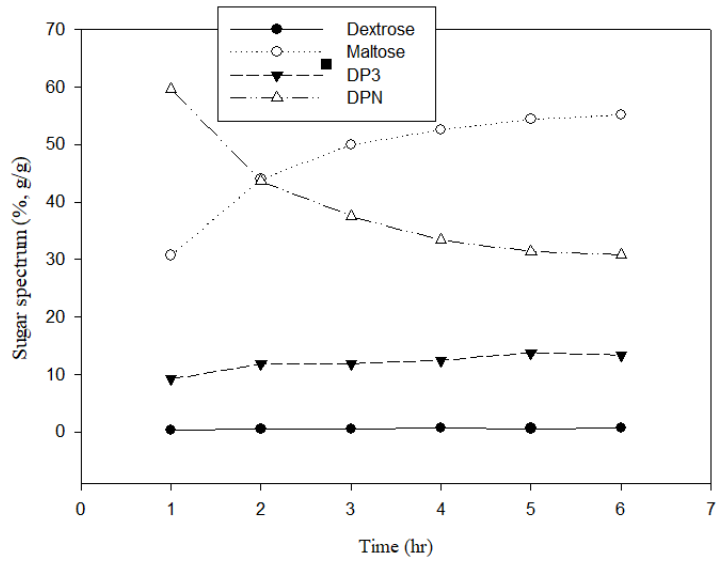


(c) Run 11: E1=0.20ml+E2=0.07ml

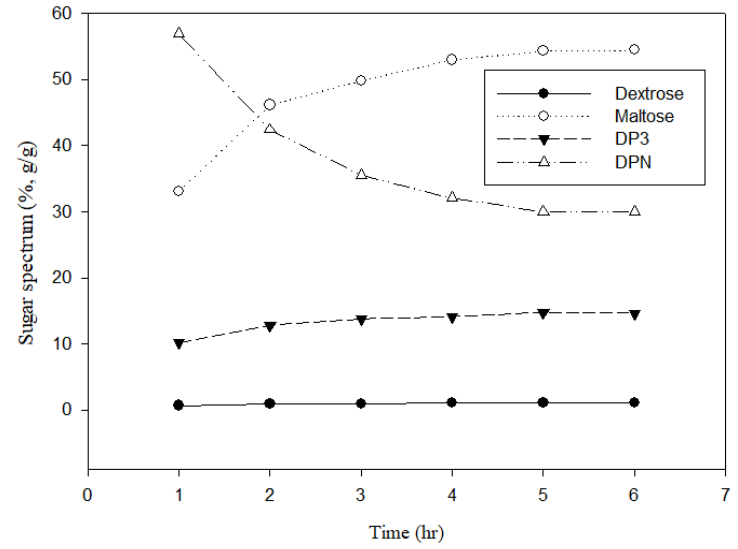


(d) Run 12: E1=0.20ml+ E2=0.09ml

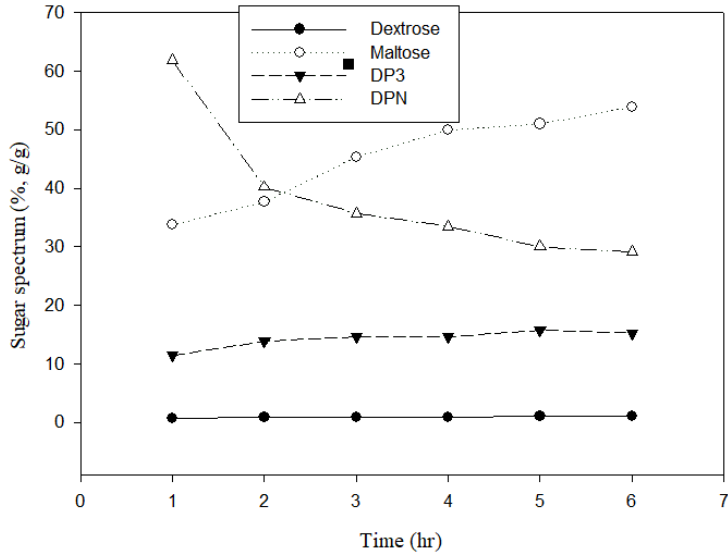
Figure 8. Different E2 concentrations. (a): 0.03 ml, (b): 0.05 ml, (c): 0.07 ml and (d): 0.09 ml mixed with E1:0.20 ml



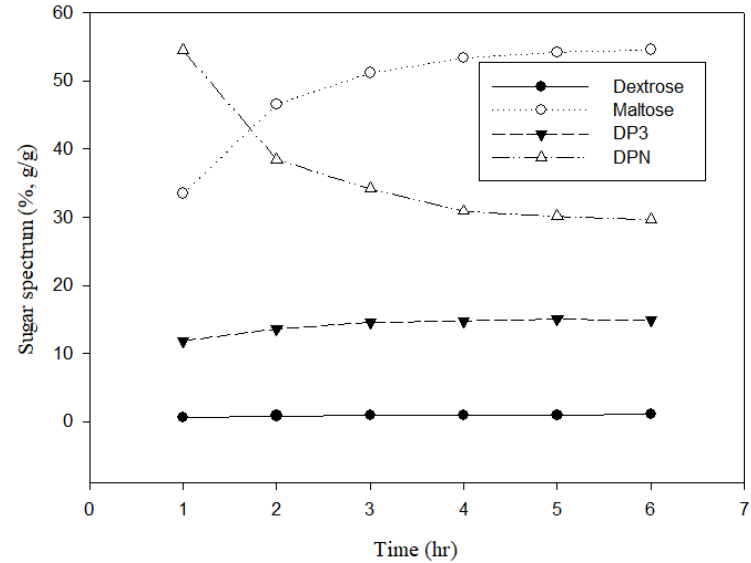
(a) Run 13: E1=0.25 ml + E2=0.03 ml



(b) Run 14: E1=0.25 ml + E2=0.05 ml



(c) Run 15: E1=0.25 ml + E2=0.07 ml



(d) Run 16: E1=0.25 ml + E2=0.09 ml

Figure 9. Different E2 concentrations. (a): 0.03 ml, (b): 0.05 ml, (c): 0.07 ml and (d): 0.09 ml mixed with E1: 0.25 ml

Change in brix and pH during the starch conversion reaction

To follow the changes in Brix and pH values, their results were also analyzed. According to the statistical analysis, it was found that E1, E2, E1x E2 had a significant ($P \leq 0.05$) effect on Brix and pH according to the Duncan test. Time, E2xTime, E1xTime, E1xE2xTime had no significant ($P > 0.05$) effect on the values.

Process control and dynamic parameters (process gain, process time constant and dead time)

To determine the process control variables, two methods (Methods I and II) were used (Marlin, 2000; Smith, 1972; Ziegler and Nichols, 1942). Process gain (K_p , the effect of the change in the input to the change in the output), process time constant (τ , "how fast" the process will respond after it starts moving) and dead time (θ , "how long" it will take a process to react to a change in the control output) were determined and they were used to analyze the dynamics of the starch conversion (Table 3).

According to the process gain values (K_p), both methods (Methods I and II) use the same formula, so their values were the same. Gain value means that the changes in the enzyme concentrations (change in input) affect the change in the amount of dextrose, maltose, DP3 and DPN (as the change in output). According to the results, there was a positive gain for dextrose, maltose and DP3. DPN had negative gain concerning the enzyme concentrations. The maximum process gains were obtained at Run 1, 13, 9 and 13 for dextrose, maltose, DP3 and DPN, respectively. According to these results, the amount of E2 needed to be 0.03 ml at each maximum value of all Runs.

Another important result was obtained such as; when the amount of E2 was increased at constant E1, the gain values decreased

systematically for maltose, DP3 and DPN. This result is very important during the controlling process and the automation of the system.

It should be noted that the control of the starch conversion system can be made by using these gain values. Especially, if small or big changes are required for dextrose, maltose, DP3 and DPN, these small or big gain values can be used to determine the enzyme concentrations of E1 and E2.

Another effective usage of these data is to determine the processing time constant and dead time for the starch conversion stage. At the required gain or conversion values, the processing time constant and dead time can be determined from the results obtained. As a note, in the literature, Method II values for both processing time constant and dead time are preferred in the process control studies. Practically, in the process control system, there are processes, transmitters, controllers and actuators. The values obtained from the study can be used for the controller during the process control as dynamic parameters. According to gain, process time constant and dead time values, the controller will send a signal to the actuator to manipulate the enzyme dosage pump during the starch conversion process.

The processing time constant defines "how fast" the process will respond after it starts moving, as explained previously. Therefore, when the enzyme is added, the processing time constant value gives the how fast the starch conversion occurs during the reaction. According to Table 3, the processing time constant at maximum gain values was 1.009, 24.005, 6.608 and $|-31.912|$ hours for dextrose, maltose, DP3 and DPN, respectively. It was higher for maltose and DPN than dextrose and DPN.

Table 3. Process control and dynamic parameters (process gain, process time constant and dead time)

Comp.	Run No.	Enzyme conc.		Model Parameters				Model 1					Model 2								
		E1	E2	a	b	Xo	R2	Smax (g/hr)	Δ (g)	δ (ml)	Θ (hr)	τ (hr)	Kp (g/ml)	S (g/hr)	Δ (g)	t (63%)	t (28%)	δ (ml)	Θ (hr)	τ (hr)	Kp (g/ml)
Dextrose	1	0.10	0.03	2.424	1.28	1.905	0.952	0.473	1.922	0.030	1	4.066	64.067	0.473	1.922	1.211	0.538	0.03	0.202	1.009	64.067
	2	0.10	0.05	1.689	4.805	6.135	0.92	0.739	1.375	0.050	1	1.860	27.500	0.739	1.375	0.866	0.385	0.05	0.144	0.722	27.500
	3	0.10	0.07	5.145	2.635	5.642	0.945	0.813	2.240	0.070	1	2.754	32.000	0.813	2.24	1.411	0.627	0.07	0.235	1.176	32.000
	4	0.10	0.09	1.636	4.959	7.075	0.996	1.232	1.335	0.090	1	1.084	14.833	1.232	1.335	0.841	0.374	0.09	0.140	0.701	14.833
	5	0.15	0.03	9.832	1.958	1.834	0.985	0.240	0.611	0.030	1	2.545	20.367	0.24	0.611	0.385	0.171	0.03	0.064	0.321	20.367
	6	0.15	0.05	1.721	8.553	9.338	0.95	2.744	1.305	0.050	1	0.476	26.100	2.744	1.305	0.822	0.365	0.05	0.137	0.685	26.100
	7	0.15	0.07	9.408	1.078	6.295	0.973	0.444	0.624	0.070	1	1.406	8.914	0.444	0.624	0.393	0.175	0.07	0.066	0.328	8.914
	8	0.15	0.09	2.764	2.787	3.23	0.827	1.994	1.434	0.090	1	0.719	15.932	1.994	1.434	0.903	0.402	0.09	0.151	0.753	15.933
	9	0.20	0.03	1.036	1.823	1.764	0.986	0.301	0.671	0.030	1	2.227	22.367	0.301	0.671	0.423	0.188	0.03	0.070	0.352	22.367
	10	0.20	0.05	8.852	2.038	1.401	0.938	0.824	0.524	0.050	1	0.636	10.480	0.824	0.524	0.330	0.147	0.05	0.055	0.275	10.480
	11	0.20	0.07	3.049	2.493	5.795	0.975	0.928	1.317	0.070	1	1.419	18.814	0.928	1.317	0.830	0.369	0.07	0.138	0.691	18.814
	12	0.20	0.09	1.037	1.138	1.153	0.974	1.720	0.758	0.090	1	0.441	8.422	1.72	0.758	0.478	0.212	0.09	0.080	0.398	8.422
	13	0.25	0.03	7.711	1.864	8.593	0.946	0.469	0.441	0.030	1	0.941	14.700	0.469	0.441	0.278	0.123	0.03	0.046	0.232	14.700
	14	0.25	0.05	1.08	7.509	6.602	0.979	2.318	0.789	0.050	1	0.340	15.780	2.318	0.789	0.497	0.221	0.05	0.083	0.414	15.780
	15	0.25	0.07	9.986	8.705	5.613	0.958	0.820	0.696	0.070	1	0.848	9.943	0.82	0.696	0.438	0.195	0.07	0.073	0.365	9.943
	16	0.25	0.09	9.908	7.463	6.261	0.985	1.105	0.725	0.090	1	0.656	8.056	1.105	0.725	0.457	0.203	0.09	0.076	0.381	8.056
Maltose	1	0.10	0.03	4.637	1.470	2.634	0.991	7.114	35.156	0.030	1	4.942	1171.860	7.114	35.156	22.148	9.844	0.030	3.691	18.457	1171.860
	2	0.10	0.05	3.893	9.864	1.691	0.991	1.230	32.614	0.050	1	26.510	652.272	1.230	32.614	20.547	9.132	0.050	3.424	17.122	652.272
	3	0.10	0.07	3.896	1.144	2.010	0.992	0.888	32.148	0.070	1	36.212	459.256	0.888	32.148	20.253	9.001	0.070	3.376	16.878	459.256
	4	0.10	0.09	3.853	9.831	1.604	0.985	1.144	31.880	0.090	1	27.872	354.220	1.144	31.880	20.084	8.926	0.090	3.347	16.737	354.220
	5	0.15	0.03	4.867	8.269	1.378	0.982	1.368	40.931	0.030	1	29.924	1364.380	1.368	40.931	25.787	11.461	0.030	4.298	21.489	1364.380
	6	0.15	0.05	4.326	8.795	1.481	0.982	0.849	36.099	0.050	1	42.509	721.988	0.849	36.099	22.743	10.108	0.050	3.790	18.952	721.988
	7	0.15	0.07	4.970	6.269	1.123	0.983	1.319	42.574	0.070	1	32.272	608.201	1.319	42.574	26.822	11.921	0.070	4.470	22.351	608.201
	8	0.15	0.09	4.327	7.468	1.316	0.989	0.818	36.777	0.090	1	44.948	408.631	0.818	36.777	23.169	10.298	0.090	3.862	19.308	408.631
	9	0.20	0.03	4.685	8.250	1.453	0.982	1.030	39.763	0.030	1	38.608	1325.433	1.030	39.763	25.051	11.134	0.030	4.175	20.876	1325.433
	10	0.20	0.05	4.917	8.186	1.425	0.987	1.056	41.778	0.050	1	39.553	835.564	1.056	41.778	26.320	11.698	0.050	4.387	21.934	835.564
	11	0.20	0.07	4.714	8.928	1.458	0.982	0.906	38.882	0.070	1	42.938	555.461	0.906	38.882	24.496	10.887	0.070	4.083	20.413	555.461
	12	0.20	0.09	4.824	7.912	1.369	0.987	1.090	41.050	0.090	1	37.663	456.111	1.090	41.050	25.862	11.494	0.090	4.310	21.551	456.111
	13	0.25	0.03	5.293	5.143	9.421	0.982	1.249	45.724	0.030	1	36.618	1524.133	1.249	45.724	28.806	12.803	0.030	4.801	24.005	1524.133
	14	0.25	0.05	5.236	4.104	8.286	0.984	1.016	47.976	0.050	1	47.225	959.526	1.016	47.976	30.225	13.433	0.050	5.038	25.188	959.526
	15	0.25	0.07	4.994	6.047	8.752	0.929	0.857	45.284	0.070	1	52.815	646.910	0.857	45.284	28.529	12.679	0.070	4.755	23.774	646.910
	16	0.25	0.09	5.277	4.033	8.258	0.987	1.157	49.415	0.090	1	42.694	549.056	1.157	49.415	31.131	13.836	0.090	5.189	25.943	549.056
DP3	1	0.10	0.03	2.012	2.413	1.238	0.998	1.947	10.354	0.030	1	5.317	345.127	1.947	10.354	6.523	2.899	0.030	1.087	5.436	345.127
	2	0.10	0.05	1.857	1.334	6.011	0.988	1.552	11.104	0.050	1	7.156	222.072	1.552	11.104	6.995	3.109	0.050	1.166	5.829	222.072
	3	0.10	0.07	1.941	1.800	8.429	0.995	0.821	10.938	0.070	1	13.315	156.253	0.821	10.938	6.891	3.063	0.070	1.148	5.742	156.253
	4	0.10	0.09	1.971	1.147	5.476	0.989	1.431	12.107	0.090	1	8.460	134.526	1.431	12.107	7.628	3.390	0.090	1.271	6.356	134.526
	5	0.15	0.03	2.159	3.101	1.711	0.917	0.601	9.875	0.030	1	16.426	329.157	0.601	9.875	6.221	2.765	0.030	1.037	5.184	329.157
	6	0.15	0.05	1.762	1.149	3.526	0.995	1.308	9.972	0.050	1	7.625	199.430	1.308	9.972	6.282	2.792	0.050	1.047	5.235	199.430
	7	0.15	0.07	1.932	8.763	6.052	0.861	1.538	13.012	0.070	1	8.461	185.880	1.538	13.012	8.197	3.643	0.070	1.366	6.831	185.880
	8	0.15	0.09	2.026	1.431	6.808	0.960	0.634	12.387	0.090	1	19.528	137.637	0.634	12.387	7.804	3.468	0.090	1.301	6.503	137.637
	9	0.20	0.03	2.295	2.399	2.152	0.928	0.683	12.586	0.030	1	18.428	419.533	0.683	12.586	7.929	3.524	0.030	1.322	6.608	419.533

Continued

Comp.	Run No.	Enzyme conc.		Model Parameters				Model 1					Model 2								
		E1	E2	a	b	Xo	R2	Smax (g/hr)	Δ (g)	δ (ml)	Θ (hr)	τ (hr)	Kp (g/ml)	S (g/hr)	Δ (g)	t (63%)	t (28%)	δ (ml)	Θ (hr)	τ (hr)	Kp (g/ml)
	10	0.20	0.05	1.974	1.416	1.109	0.896	1.114	13.169	0.050	1	11.820	263.372	1.114	13.169	8.296	3.687	0.050	1.383	6.914	263.372
	11	0.20	0.07	2.242	2.149	1.545	0.984	0.955	12.753	0.070	1	13.357	182.187	0.955	12.753	8.034	3.571	0.070	1.339	6.695	182.187
	12	0.20	0.09	2.045	1.635	9.648	0.965	1.115	12.523	0.090	1	11.227	139.141	1.115	12.523	7.889	3.506	0.090	1.315	6.574	139.141
	13	0.25	0.03	1.377	1.620	-3.522	0.960	0.521	5.963	0.030	1	11.439	198.777	0.521	5.963	3.757	1.670	0.030	0.626	3.131	198.777
	14	0.25	0.05	1.483	1.193	-6.024	0.993	1.323	7.211	0.050	1	5.451	144.228	1.323	7.211	4.543	2.019	0.050	0.757	3.786	144.228
	15	0.25	0.07	1.534	9.412	-1.580	0.987	1.123	7.760	0.070	1	6.910	110.851	1.123	7.760	4.889	2.173	0.070	0.815	4.074	110.851
	16	0.25	0.09	1.490	8.248	-6.867	0.997	0.966	7.291	0.090	1	7.548	81.006	0.966	7.291	4.593	2.041	0.090	0.766	3.828	81.006
ND	1	0.10	0.03	2.095	-5.021	-1.819	0.992	-8.754	-51.939	0.030	1	5.933	-1731.303	-8.754	-51.939	-32.722	-14.543	0.030	-5.454	-27.268	-1731.303
	2	0.10	0.05	2.457	-7.074	-4.016	0.974	1.323	-49.907	0.050	1	-37.711	-998.138	1.323	-49.907	-31.441	-13.974	0.050	-5.240	-26.201	-998.138
	3	0.10	0.07	1.146	-7.431	-3.629	0.993	0.887	-50.025	0.070	1	-56.415	-714.649	0.887	-50.025	-31.516	-14.007	0.070	-5.253	-26.263	-714.649
	4	0.10	0.09	2.928	-6.913	-4.055	0.955	1.204	-49.771	0.090	1	-41.339	-553.016	1.204	-49.771	-31.356	-13.936	0.090	-5.226	-26.130	-553.016
	5	0.15	0.03	4.064	-5.435	-3.362	0.969	1.137	-59.094	0.030	1	-51.973	-1969.800	1.137	-59.094	-37.229	-16.546	0.030	-6.205	-31.024	-1969.800
	6	0.15	0.05	3.384	-5.779	-3.467	0.969	0.951	-56.664	0.050	1	-59.583	-1133.276	0.951	-56.664	-35.698	-15.866	0.050	-5.950	-29.748	-1133.276
	7	0.15	0.07	8.417	-4.265	-2.957	0.918	1.315	-68.445	0.070	1	-52.049	-977.784	1.315	-68.445	-43.120	-19.165	0.070	-7.187	-35.934	-977.784
	8	0.15	0.09	4.756	-5.303	-3.367	0.933	0.753	-60.003	0.090	1	-79.737	-666.699	0.753	-60.003	-37.802	-16.801	0.090	-6.300	-31.502	-666.699
	9	0.20	0.03	2.202	-5.353	-2.964	0.981	1.000	-59.924	0.030	1	-59.925	-1997.460	1.000	-59.924	-37.752	-16.779	0.030	-6.292	-31.460	-1997.460
	10	0.20	0.05	3.346	-4.952	-2.957	0.978	0.978	-62.077	0.050	1	-63.481	-1241.546	0.978	-62.077	-39.109	-17.382	0.050	-6.518	-32.591	-1241.546
	11	0.20	0.07	2.837	-5.231	-3.036	0.985	0.999	-60.161	0.070	1	-60.213	-859.441	0.999	-60.161	-37.901	-16.845	0.070	-6.317	-31.584	-859.441
	12	0.20	0.09	4.318	-4.858	-3.030	0.974	1.098	-62.552	0.090	1	-56.945	-695.017	1.098	-62.552	-39.407	-17.514	0.090	-6.568	-32.840	-695.017
	13	0.25	0.03	8.325	-4.695	-3.266	0.899	1.097	-60.785	0.030	1	-55.421	-2026.157	1.097	-60.785	-38.294	-17.020	0.030	-6.382	-31.912	-2026.157
	14	0.25	0.05	9.664	-4.478	-3.186	0.886	1.033	-62.094	0.050	1	-60.086	-1241.886	1.033	-62.094	-39.119	-17.386	0.050	-6.520	-32.600	-1241.886
	15	0.25	0.07	9.254	-4.395	-3.099	0.898	1.021	-64.961	0.070	1	-63.641	-928.014	1.021	-64.961	-40.925	-18.189	0.070	-6.821	-34.105	-928.014
	16	0.25	0.09	1.116	-4.338	-3.156	0.847	1.010	-61.840	0.090	1	-61.204	-687.114	1.010	-61.840	-38.959	-17.315	0.090	-6.493	-32.466	-687.114

E1: β-amylase, E2: α-amylase, a and b: input variables, Xo: initial input variable, R²: Regression value, Kp: Process gain, δ: magnitude of the input change, Δ: the magnitude of the steady-state change in the output, S: the maximum slope of the output-versus-time plot, θ : intercept of maximum slope with initial value, τ is absolute. The negative values show the trend of the change.

There is a great need to develop their use in a different form and various industries like medical, food. Moreover, some alternative technological changes develop the enzyme's practicability of cost-effectiveness. There is a different solution in the literature, for example, surface functionalization of calixarene has been used for the effectiveness of immobilization of α amylase. α amylase was covalently immobilized with a glutaraldehyde-containing amino group functionalized calixarene. This technique was studied by Veesar et al. (2015). In this technique, imide bonds are formed between amino groups on the protein aldehyde groups on the calixarene surface. The result of different preparation conditions on the immobilized alpha-amylase process like immobilization time, enzyme concentration, temperature and pH were determined by these researchers. The result of hydrogen ion concentration and temperature changes on the activity of free and immobilized alpha-amylase was researched by using starch. The optimum reaction temperature and pH value were catalyzed by the immobilized alpha-amylase at 25 °C and 7 °C, respectively in the enzymatic conversion. Compared to the free enzyme, immobilized alpha-amylase retained 85% of its original activity, also showed thermal stability and excellent durability.

Further, another research was made by Talekar et al. (2013) that a tri-enzyme biocatalyst which name is combi-CLEAs with starch hydrolytic activity was set from pullulanase, alpha-amylase and glucoamylase. These enzymes are aggregating enzymes with ammonium sulfate which are cross bonding formed aggregates for 4.5 h with 40 mM glutaraldehyde. The biocatalyst was identified. Cross-linking and precipitant type were examined. Optimum pH and temperature changes from 6 to 7 and from 65 to 75 °C were examined after the co-immobilization of enzymes. Afterwards starch hydrolysis reaction in batch, separate CLEAs, combi-CLEAs and free enzyme mixtures were used for examining 60, 100 and 40% conversions. Furthermore, thermal stability of enzymes were increased with co-

immobilization. Lastly, the catalytic activity of enzymes is preserved during starch hydrolysis up to 5 cycles without performance change in combi-CLEAs.

In the literature, there are also some different operations to determine their effect on starch conversion. Buckow et al. (2007) were studied in the barley malt, the effect of temperature and high hydrostatic pressure on the stability and catalytic activity of alpha-amylase were observed. Inactivation operations with alpha-amylase which include with and without calcium ions were done under 0.1-800 MPa pressure-and 30-75 °C temperature range. Ca^{2+} ions have a stabilizing effect on the enzyme at all pressure-temperature ranges. According to kinetic analysis, aberrations of simple first-order reactions were based on the existence of isoenzyme fractions.

Conclusion

Maltose syrup is a value-added product and it is characterized by having 50% of maltose content and less than 5% of dextrose. The exact sugar spectrum of maltose syrup varies from one producer to another and varies with the demand of customers and the experience of operators. Due to this fluctuation, the optimum enzyme concentration is accurately not determined during production.

The starch conversion process of the maltose syrup production was analyzed to determine the optimum enzyme concentrations, process control parameters and dynamics. Practically, in industrial production, the fluctuation in the enzyme and time consumption increase the maltose syrup production cost. The ideal operational and control parameters were determined for the desired product specification

In this study, maltose concentration is obtained as 50 % in this study by using; 0.15 ml E1+0.03 ml E2 enzymes at sixth hour, 0.15 ml E1+0.07 ml E2 enzymes at sixth hour, 0.2 ml E1+0.03 ml E2 enzymes at sixth hour, 0.2 ml E1+0.05 ml E2 enzymes at sixth hour, 0.2 ml E1+0.09 ml E2 enzymes at sixth hour and 0.25 ml

E1+0.03 ml E2 enzymes at third hour. As a result, optimum concentration of enzyme is 0.20 ml E1+0.05 ml E2 enzymes at sixth hour.

Acknowledgements

Some of the experiments were carried out at the Beşan Nişasta A.Ş., Gaziantep, Turkey. We thank most sincerely Uluğbey High Technology Application and Research Center (ULUTEM) for all the support. Additionally, for the guidance and support for the improvement of the manuscript, we thank most sincerely Prof. Dr. Tülay EZER.

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

Author Contribution: Sema Nur Çinçik made preparation of manuscript, experimental analysis and data analysis. Fatih Balcı made experimental design, statistical analysis, coordination and management of the paper. Mustafa Bayram made the process control studies and overall evaluation of the data.

References

- Altmann, W. (2005). *Practical Process Control for Engineers and Technicians*. Burlington, MA: Elsevier.
- AOAC. (1990). *Official methods of analysis* (15th Edn). Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- BeMiller, J. N., & Huber, K. C. (2007). Carbohydrates. In S. Damodaran, Parkin, K.L., Fennema, O.R. (Ed.), *In Fennema's Food Chemistry* (pp. 83–151). CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
- Blanchard, P. H. (1992). *Technology of corn wet milling and associated processes*. Amsterdam: Elsevier.
- Buckow, R., Weiss, U., Heinz, V., & Knorr, D. (2007). Stability and catalytic activity of alpha-amylase from barley malt at different pressure-temperature conditions. *Biotechnology and Bioengineering*, 97(1), 1-11. DOI: 10.1002/bit.21209
- CRA. (2010). Dextrose Equivalent (Lane and Eynon). <http://corn.org/publications/industry-resources/analytical-methods/analytical-methods-toc/>: Corn Refiners Association.
- Eke-Ejiogor, J. (2015). Functional Properties of Starches, Physico-Chemical And Rheological Properties of Glucose Syrup Made From Cassava And Different Potato Varieties. *International Journal of Recent Scientific Research*. Vol. 6, Issue, 6, pp.4400-4406.
- Gough, C. R., Rivera-Galletti A., Cowan D. A., Cruz D. S. & Hu X. (2020). Protein and Polysaccharide-Based Fiber Materials Generated from Ionic Liquids: A Review. *Molecules*. 25, 3362; DOI:10.3390/molecules25153362
- Hull, P. (2010). *Glucose syrups: Technology and Applications*. New York: John Wiley & Sons.
- Johnson, R., Padmaja, G., & Moorthy, S. (2009). Comparative production of glucose and high fructose syrup from cassava and sweet potato roots by direct conversion techniques. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(4), 616-620.
- Kim, T. H., Nghiem, N. P., Taylor, F., & Hicks, K. B. (2011). Consolidated Conversion of Hulled Barley into Fermentable Sugars Using Chemical, Thermal, and Enzymatic (CTE) Treatment. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 164(4), 534-545. DOI: 10.1007/s12010-010-9155-1
- Lin, Q. L., Xiao, H. X., Liu, G. Q., Liu, Z. H., Li, L. H., & Yu, F. X. (2013). Production of Maltose Syrup by Enzymatic Conversion of Rice Starch. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 242-248. DOI: 10.1007/s11947-011-0681-9
- MacGregor, A. W., Bazin, S. L., Macri, L. J., & Babb, J. V. (1999). Modelling the contribution of alpha-amylase, beta-amylase and limit dextrinase to starch degradation during mashing. *Journal of Cereal Science*, 29(2), 161-169. DOI: 10.1006/jcsc.1998.0233
- Marlin, T. E. (2000). *Process Control: Designing processes and control systems for dynamic performance* (2 ed.). USA: McGraw Hill.
- Norman, R. J., Masters, L., Milner, C. R., Wang, J. X., & Davies, M. J. (2001). Relative risk of conversion from normoglycaemia to impaired glucose tolerance or non-insulin dependent diabetes mellitus in polycystic ovarian syndrome. *Human Reproduction*, 16(9), 1995-1998.
- Öktem, A., & Toprak A. (2013). Çukurova koşullarında bazı atdışi mısır (*Zea mays L. indentata*) Genotiplerinin verim ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, Cilt 17, Sayı 4, 2013, 15 - 24
- Piddocke, M. P., Kreisz, S., Heldt-Hansen, H. P., Nielsen, K. F., & Olsson, L. (2009). Physiological characterization of brewer's yeast in high-gravity beer fermentations with glucose or maltose syrups as adjuncts. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 84, 453–464.
- Polat A., Karaaslan, M., & Gürsöz, S. (2016). Siverek Yöresinde Yetiştirilen Kızıl Bankı ve Bastık Kabarcık Üzüm Çeşitlerinin Organik Asit ve Şeker İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3): 166-174.
- Pontoh, J., & Low, N. H. (1995). Glucose syrup production from Indonesian palm and cassava starch. *Food Research International*, 28(4), 379-385.
- Smith, C. L., (1972). *Digital computer process control*. Scranton Intext Educational Publishers.
- Synowiecki, J. (2007). The use of starch processing enzymes in the food industry. In J. Polaina, MacCabe, A.P. (Ed.), *In Industrial Enzymes*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Talekar, S., Pandharbale, A., Ladole, M., Nadar, S., Mulla, M., Japhalekar, K., Arage, D. (2013). Carrier free co-immobilization of alpha amylase, glucoamylase and pullulanase as combined cross-linked enzyme

- aggregates (combi-CLEAs): A tri-enzyme biocatalyst with one pot starch hydrolytic activity. *Bioresource Technology*, 147, 269-275. DOI: 10.1016/j.biortech.2013.08.035
- United State Patent Norman et.al Patent No. US 6,287,826, B1, Date. September 11,2001
- van der Maarel, M. J., & Leemhuis, H. (2013). Starch modification with microbial alpha-glucanotransferase enzymes. *Carbohydrate Polymers*, 93(1), 116-121. DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.01.065
- Veesar, I. A., Solangi, I. B., & Memon, S. (2015). Immobilization of alpha-amylase onto a calix 4 arene derivative: Evaluation of its enzymatic activity. *Bioorganic Chemistry*, 60, 58-63. DOI: 10.1016/j.bioorg.2015.04.007
- Zeeman, S. C., Kossmann, J., & Smith, A. M. (2010). Starch: its metabolism, evolution, and biotechnological modification in plants. *Annual review of plant biology*, 61, 209-234.
- Ziegler, J. G., & Nichols, N. B. (1942). Optimum settings for automatic controllers. *trans. ASME*, 64(11).



Physical, physicochemical (technological) and chemical characteristics of common bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties grown in Mardin region of Turkey

Türkiye'nin Mardin yöresinde yaygın yetiştirilen ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) çeşitlerinin fiziksel, fizikokimyasal (teknolojik) ve kimyasal özellikleri

Ali YILDIRIM^{1*}, Önder DEGER²

^{1,2}Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, Haliliye-Şanlıurfa
¹<https://orcid.org/0000-0001-7226-1902>; ²<https://orcid.org/0000-0001-9743-1728>

To cite this article:

Yıldırım, A. & Deger, Ö. (2021). Physical, physicochemical (technological) and chemical characteristics of common bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties grown in Mardin region. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 151-162.
DOI: 10.29050/harranziraat.892966

***Address for Correspondence:**
Ali YILDIRIM
e-mail:
ayildirim10@gmail.com

Received Date:
08.03.2021

Accepted Date:
24.05.2021

© 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

In this study, the physical (color, grain size, equivalent diameter, sphericity, kernel surface area, kernel volume, thousand kernel weight, hectoliter weight, dry weight and wet weight), physicochemical (technological) (dry volume, wet volume, water absorption capacity, water absorption index, swelling capacity, swelling index, gluten index, Zeleny sedimentation and delayed sedimentation) and chemical (moisture, protein and wet gluten contents) properties of the most grown bread wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) (Adana 99, Ceyhan 99, Sagittario, and Dinç) in Mardin region of Turkey during 2018 were compared. Statistically significant differences ($P \leq 0.05$) were obtained between wheat varieties in terms of physical, physicochemical-technological and chemical quality characteristics. It has been determined that thousand kernel weight and hectoliter weight values of wheat varieties which are superior to the wheat varieties in terms of their grain sizes were generally higher than the others. Thousand kernel weight, hectoliter weight, protein, wet gluten, gluten index and Zeleny sedimentation values of wheat varieties were found in the range of 35.48-42.71 g, 77.91-81.00 kg/hl, 11.50-13.25%, 29.04-33.79%, 82.5-89.5 and 26.0-43.5 ml, respectively. The differences in quality characteristics between wheat varieties may be important for the flour producers that produce flour for both industrial and traditional bread (tandoori bread and peksimet, etc.) producers, especially in the Mardin region.

Key Words: Wheat, Kernel, Bread, Quality characteristics

ÖZ

Bu çalışmada, Türkiye'nin Mardin yöresinde 2018 döneminde en çok yetiştirilen Adana 99, Ceyhan 99, Sagittario, ve Dinç buğday çeşitleri olmak üzere 4 farklı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidinin fiziksel (renk, tane boyutları, eşdeğer çap, küresellik, tane yüzey alanı, tane hacmi, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, kuru ağırlık ve yaş ağırlık), fizikokimyasal (teknolojik) (kuru hacim, ıslak hacim, su alma kapasitesi, su alma indeksi, şişme kapasitesi, şişme indeksi, gluten indeksi, Zeleny sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon) ve kimyasal (nem, protein ve yaş gluten miktarları) özellikleri karşılaştırılmıştır. Buğday çeşitleri arasında fiziksel, fizikokimyasal-teknolojik ve kimyasal kalite özellikler açısından istatistiksel olarak önemli farklar ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Buğday çeşitlerinden tane boyutları özellikleri bakımından üstün olan buğdayların bin tane ağırlığı ve hektolitreye ağırlığı değerlerinin de genellikle diğerlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein, yaş gluten, gluten indeksi ve Zeleny sedimantasyon değerleri sırasıyla 35.48-42.71 g, 77.91-81.00 kg/hl, %11.50-13.25, %29.04-33.79, %82.5-89.5 ve 26.0-43.5 ml aralıklarında tespit edilmiştir. Buğday çeşitleri arasındaki kalite karakteristiklerindeki farklılıklar özellikle Mardin yöresindeki gerek endüstriyel gerekse geleneksel bazı (tandır ekmeği ve peksimet vb.) ekmek üreten un üreticileri açısından önemli olabilir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Tane, Ekmek, Kalite özellikleri

Introduction

The fast rise in the world population demands parallel increases in food production, particularly of wheat. Bread wheat (*Triticum aestivum* L.), which is widely grown in many countries, is a major field crop and is therefore of great economic importance. Wheat is a cereal variety of the *Gramineae* family, without husks, with a nearly spherical oval appearance. Wheat grain is rich in carbohydrates, proteins, minerals, trace elements, vitamins, fatty acids, color substances called secondary plant metabolites and phenols. Wheat is a type of cereal that ranks first in human nutrition in the world and is cultivated almost everywhere in the World. According to the 2019 data of FAO, wheat is harvested in an area of 215,901,958 ha with a total annual production of 765,769,635 metric tons in the World. The harvest in Turkey in the same year was 6,831,854 ha and it was 3.2% of the World wheat harvest. The annual production of wheat in Turkey in 2019 was 19,000,000 metric tons (FAO, 2020).

The most common consumption types of wheat are the products such as flour, bread, pasta, semolina, biscuits. Besides the commercial varieties in the World and Turkey, different traditional products are made and consumed by using local wheats. Breads produced using local varieties have become a part of Anatolian culture with the production techniques and tastes specific to the regions. In Anatolia, wheat culture is used as a raw material for many local products such as kadayif, phyllo, lavash, tandoori, kömbe, flat bread, couscous, noodles, bulgur, pasta, and keşkek, which were previously widely used in rural areas and now used in cities (Dizlek and Gul, 2009; Dizlek, 2012; FAO., 2018).

Considering the human nutrition of Turkey, the consumption of bread based on wheat is due to economic reasons and traditional habits. The amount of bread consumption varies according to these habits, and bread continues to be the most commonly consumed food today (Gül et al., 2017). The daily bread consumption was 333 grams in Turkey which is one of the most

consuming countries in the world (Anonymous, 2019).

Mardin is one of the important cities in Turkey according to wheat production area, wheat varieties, the number of flour producing factories and production of local bread types. A total of 2.6 million decares of agricultural land was allocated for cereals and other crops in 2017 in Mardin, and approximately 1.5 million tons of crops were harvested. Approximately 54% of this land was wheat planted and the total production amount was 838,500 tons in 2017 (Anonymous, 2018). The most cultivated wheat varieties in Mardin were Adana 99, Ceyhan 99, Dinç and Sagittario, respectively. (Anonymous, 2018). 41 of 73 food-producing factories in Organized Industrial Zone in Mardin have been produced flour (Anonymous, 2020).

Bread wheat quality is determined by some physical and physicochemical (technological) characteristics. These characteristics are important for both flour producers and bread producers, especially in bread types and production stages. Important quality factors in wheat and flour standards are hectoliter weight, thousand kernel weight, color, ash content, protein content, gluten content, and sodium dodecyl sulphate (SDS) sedimentation value. The physical and physicochemical characteristics (such as density, hectoliter weight, kernel size, thousand kernel weight, color, gluten index, Zeleny and modified Zeleny sedimentation values), the chemical properties (such as moisture, protein, gluten) have been studied extensively in *Triticum aestivum* (Khatkar et al., 2002; Gül et al., 2012; Karaman et al., 2012; Dizlek et al., 2013a, b; Kaplan-Evlice et al., 2016; Şahin et al., 2016; Aydoğan and Soylu, 2017; Gül et al., 2020; Şahin et al., 2020).

In this study, considering the needs of the flour producers in the Mardin Region of Turkey, it was aimed to determine the suitable wheat as a result of the analyzes made from the wheat purchased for commercial flour production and the obtained quality parameters.

Materials and Methods

Materials

In this study, Adana 99, Ceyhan 99, Sagittario, and Dinç bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties, which are mostly grown in 2017/2018 production year at Mardin region, were used as materials. Wheat samples were obtained from Kızıltepe / Mardin Wheat market. Wheat used in the experiments was first cleaned from the foreign materials and broken grains. Cold tempering process (by spraying and mixing method) was applied by adding water according to the amounts specified in AACCI method No. 26-95.01 (AACCI, 2010). After the samples were tempered, they were mixed at 2 hour intervals and after 24 hours they were ground in a laboratory type mill (Serttaş machine Istanbul, Turkey). After milling the samples were sieved to 180 µm particle size.

Determination of physical characteristics

Length, width and thickness of kernels

Randomly selected wheat kernels (100 kernels) were used to measure length (L), width (W) and thickness (T) using a Vernier caliper (Mutitoyo No: 505 -633, Japan).

Equivalent diameter

The equivalent diameter, D_e , was calculated using the Eq. 1 (Mohsenin, 1986).

$$\text{Equivalent diameter}(D_e) = (LWT)^{1/3} \quad (1)$$

where, D_e , L, W and T represent the equivalent diameter (mm), length (mm), width (mm) and thickness (mm), respectively.

Sphericity

The sphericity (ϕ) was calculated as a function of the three principal dimensions as shown in Eq. 2 (Mohsenin, 1986).

$$\phi = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \quad (2)$$

where, ϕ is the sphericity of wheat kernels.

Surface area of kernels

The surface area, A_k (mm²), of the kernels was calculated using the Eq. 3 (Mohsenin, 1986).

$$\text{Kernel surface area}(A_k) = \frac{\pi (WT)^{\frac{1}{2}} L^2}{(2L - (WT)^{\frac{1}{2}})} \quad (3)$$

where, A_k is the surface area (mm²) of kernels. π is the constant.

Kernel volume

The volume, V_k (mm³), of the kernels was calculated using the Eq. 4 (Mohsenin, 1986).

$$\text{Kernel volume}(V_k) = \frac{\pi (WT)^{\frac{1}{2}} L^2}{6(2L - 3)} \quad (4)$$

where, V_k (mm³) is the volume of kernels.

Dry weight

One hundred wheat sample was counted and weighed. This value was recorded as dry weight (g).

Wet weight

One hundred of wheat kernels and fifty ml of water were taken in a graduated cylinder, and after keeping for 16 hours, the wheat kernels were dried with blotter paper and the result was recorded as gram.

Thousand kernel weight

For the determination of the thousand kernel weight, 500 wheat kernels of wheat samples were weighed and the results were multiplied by 2. Thousand kernel weight values were recorded as grams of dry matter (Elgün et al., 2002).

Hectoliter weight

The hectoliter weight of wheat samples was measured according to AACCI method no. 55-10.01 and the results were expressed in kg/hl (AACCI, 2010).

Color

The surface color of wheat kernels was measured using Ultra Scan VIS Color Quest XE

HunterLab (Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA) after being standardized using Hunter Lab colour standards and 'L*' (lightness), a* (redness to greenness) and b* (yellowness to blueness) values were measured.

Determination of physicochemical-technological characteristics

Water absorption capacity, water absorption index, dry volume, wet volume, swelling capacity, swelling index, gluten index, Zeleny sedimentation and Delayed sedimentation values of wheat samples were determined according to the methods of Youssef (1978) and Williams et al. (1983).

Water absorption capacity

The water absorption capacity (WAC) of wheat samples was calculated according to the Eqs. 5 and 6, and the results were recorded as g/kernel. If there is kernels that do not swell;

$$WAC \left(\frac{g}{kernel} \right) = \frac{[(WW-DW) - \left(\frac{DW}{100}\right) * \text{Not swollen kernels}]}{(100 - \text{Not swollen kernels})} \quad (5)$$

If there is no swelling kernels;

$$WAC \left(\frac{g}{kernel} \right) = \frac{WW-DW}{100} \quad (6)$$

where, WAC, DW and WW are water absorption capacity, dry weight, wet weight, respectively.

Water absorption index

Water absorption index (WAI) of wheat samples was calculated according to the Eq. 7, and the results were recorded as (% w/w).

$$WAI(\%, g/g) = \frac{(\text{Water absorption capacity})}{\text{Dry weight}/100} \quad (7)$$

Dry volume

50 ml of distilled water was added to 100 ml graduated cylinder and 100 kernels of wheat samples were added. The difference between the final volume and the first volume before wheat was added was calculated, and the result was recorded as ml.

Wet volume

50 ml of distilled water was added to a graduated cylinder, and 100 kernels of wheat samples were added. After waiting for 16 h, the wheat samples were dried with a paper towel. 100 ml of distilled water was poured into the cylinder and then dried wheat was added. The difference between the final volume and the initial volume before wheat was added was calculated and the result was recorded as ml.

Swelling capacity

The swelling capacity of wheat samples was calculated according to the Eq. 8 and the result was recorded as ml/kernel.

$$SC \left(\frac{ml}{kernel} \right) = \frac{[(WV-100) - (DV-50)] - \left(\frac{DV-50}{100}\right) * \text{Not swollen kernels}}{100 - \text{Not swollen kernels}} \quad (8)$$

where, SC, WV and DV are swelling capacity, wet volume and dry volume, respectively.

Swelling index

The swelling index of wheat samples was calculated according to the Eq. 9 and the result was recorded as in (% w/w).

$$\text{Swelling index} \left(\%, \frac{w}{w} \right) = \frac{\text{Wet volume} - 100}{\text{Dry volume} - 50} \quad (9)$$

Gluten index

The gluten index of the samples was determined by the approved AACCI method no. 38-12.02 and the results were found as % (w/w) (AACCI, 2010).

Zeleny sedimentation test

The Zeleny sedimentation value of the samples was determined by the standard methods of International Association for Cereal Science and Technology (ICC) number 116 (ICC, 2002).

Delayed Zeleny sedimentation test

Delayed sedimentation values of samples was determined according to the method made by Greenaway et al. (1965). The difference was found by comparing the Zeleny sedimentation value with the Delayed Zeleny sedimentation value. If this difference exceeds more than 5 ml, it

indicates that the wheat has been damaged by sunn pest. Standard hydration time (5 min) in Zeleny sedimentation was extended to 120 min in Delayed Zeleny sedimentation (Dizlek and Islamoğlu, 2015).

Determination of chemical properties

Moisture content

Moisture content of wheat varieties was determined by the approved AACCI method no.44-15.02 (AACCI, 2010).

Protein content

Protein content of wheat varieties was determined by the approved AACCI method no. 46-10.01 using the Kjeldahl method and expressed using the conversion factor $N \times 5.7$ (AACCI, 2010).

Wet gluten

The wet gluten of the samples was determined by the approved AACCI method no. 38-12.02 and the results were found as % (w/w) (AACCI, 2010).

Statistical analysis

Analysis of variance (ANOVA) followed by

Duncan's multiple range test were performed using the SPSS 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). All the calculations were done at the significance level of $P \leq 0.05$. Each analysis was performed in triplicate.

Results and Discussion

Physical characteristics of bread wheat varieties

Physical characteristics such as length (L), width (W), thickness (T), equivalent diameter (D_e), sphericity (ϕ), kernel volume (V_k), kernel surface area (A_k), color values (L^* , a^* and b^*) of the common bread wheat varieties grown in Mardin region of Turkey were determined to assess their contribution to the quality of the millers in Mardin. The results of these properties were given in Table 1. Length, width, thickness and equivalent diameter are commonly used measures of size. The differences between length, width, thickness, equivalent diameter, sphericity, kernel volume, kernel surface area, color values (L^* , a^* and b^*) of wheat varieties were found to be statistically significant ($P \leq 0.05$) (Table 1).

Table 1. Physical characteristics of bread wheat varieties

Variety	L (mm)	W (mm)	T (mm)	D_e (mm)	V_k (mm ³)	A_k (mm ²)	ϕ	Color values		
								L^*	a^*	b^*
Adana99	6.63 $\pm 0.01^d$	3.27 $\pm 0.07^b$	2.97 $\pm 0.03^c$	4.01 $\pm 0.05^{bc}$	21.79 $\pm 0.02^d$	42.43 $\pm 0.04^d$	0.61 $\pm 0.02^b$	56.80 $\pm 0.04^c$	7.45 $\pm 0.07^a$	20.81 $\pm 0.02^d$
Ceyhan99	6.31 $\pm 0.05^b$	3.14 $\pm 0.10^{ab}$	2.84 $\pm 0.01^b$	3.83 $\pm 0.12^{ab}$	19.33 $\pm 0.04^b$	38.77 $\pm 0.02^b$	0.61 $\pm 0.02^{bc}$	54.95 $\pm 0.03^b$	7.23 $\pm 0.04^a$	19.22 $\pm 0.04^b$
Dinç	6.11 $\pm 0.02^a$	3.30 $\pm 0.03^b$	2.91 $\pm 0.02^{bc}$	3.89 $\pm 0.01^{ab}$	20.36 $\pm 0.01^c$	39.85 $\pm 0.03^c$	0.64 $\pm 0.02^c$	54.50 $\pm 0.07^b$	7.54 $\pm 0.03^a$	20.55 $\pm 0.06^c$
Sagittario	6.56 $\pm 0.03^c$	2.99 $\pm 0.10^a$	2.68 $\pm 0.04^a$	3.74 $\pm 0.07^a$	17.84 $\pm 0.03^a$	37.19 $\pm 0.01^a$	0.57 $\pm 0.01^a$	52.78 $\pm 0.05^a$	6.89 $\pm 0.05^a$	16.27 $\pm 0.03^a$

Means with different superscripts within a column are significantly different at $P < 0.05$. L: length, W: width, T: Thickness, D_e : equivalent diameter, V_k : Kernel volume, A_k : kernel surface area, ϕ : Sphericity

Shape and size is an important physical properties of kernels in heat and mass transfer calculations, screening solids to separate foreign materials, and evaluating the quality of food materials. The shape of a food material is usually expressed in terms of its sphericity. Sphericity is an expression of a shape of a solid relative to that

of a sphere of the same volume. It was determined that the length, width, thickness, equivalent diameter and sphericity of wheat varieties varied between 6.11-6.63 mm, 2.99-3.30 mm, 2.68-2.97 mm, 3.74-4.01 mm and 0.57-0.64. The highest length value was found in Adana 99 wheat variety, while the lowest was found in Dinç

wheat variety. The lowest values in terms of width, thickness, equivalent diameter and sphericity were found in Sagittario wheat variety (Table 1).

The highest width value was found in Dinç wheat variety. The thickness and equivalent diameter of Adana 99 wheat have been found the highest. The highest sphericity value was found in Dinç wheat variety. In a study for 5 different wheat varieties grown in Turkey, the length, width, thickness, equivalent diameter and sphericity range values were found to be 6.24-7.43 mm, 2.71- 3.30 mm, 2.62-3.06 mm, 3.57-4.11 mm and 0.53-0.60, respectively (Kalkan and Kara, 2011). The sphericity of 5 different wheat varieties were found to be in the range of 0.48-0.65 (Tabatabaefar, 2003). In a study conducted on 16 varieties of wheat grown in Southern Italy, the length, width and thickness range values were found to be 6.39-7.83 mm, 2.17-3.31 mm and 2.66-3.05 mm, respectively (Troccoli and Di Fonzo, 1999). A previous study on some wheat varieties was also showed similar conclusions (Yıldırım and Atasoy, 2020). Kernel size uniformity is very important in wheat milling industry, especially in cleaning, conditioning, debranning or grinding processes. High-quality bread wheat is expected to have larger kernels with vitreous endosperm in order to obtain flour with higher yield and brightness (Dziki and Laskowski, 2005). Kernel shape (Length, width, thickness and diameter) may depend- not only on wheat genus or species but also on wheat variety and agro-climatic conditions. It is evident from the physical data that wheat varieties in this study were of adequate kernel size for flour milling and bread processing.

Bread wheat kernels are generally white, light yellow, yellow red, amber and brown color. The color of bread wheat is especially important for bread products. L^* values ranged between 52.78 and 56.80, and Adana 99 variety was found to be brighter than other varieties while there was a significant difference between wheat varieties ($P \leq 0.05$) in terms of L^* values. There was no statistically significant difference ($P > 0.05$)

between wheat varieties in terms of a^* values. Considering the b^* values, it can be said that Adana 99, Ceyhan 99 and Dinç wheat varieties are closer to each other and more yellowish, however, it has been determined that Sagittario wheats are darker and reddish than others. Bayrakçı (2008) reported that the L^* , a^* and b^* values of some wheat varieties varied between 55.24-60.63, 4.90-6.43 and 17.78-21.70, respectively. Yıldırım and Atasoy (2020) was found L^* , a^* and b^* values between 44.02-53.50, 5.97-7.89 and 14.96-20.24 for 6 different wheat varieties, respectively.

Physicochemical and technological characteristics of wheat varieties

Average of some physicochemical-technological properties of bread wheat varieties such as average dry weight, wet weight, water absorption capacity, water absorption index, dry volume, wet volume, swelling capacity, swelling index, thousand kernel weight, hectoliter weight are given in Table 2. Considering the results of these properties of the wheats, a statistically significant difference ($P \leq 0.05$) was found between the varieties for all values.

Average dry weight values were found between 3.69 g and 3.90 g. The average wet weight values were varied between 5.02 g and 5.45 g, with the highest value in Adana 99 (5.45 g) and the lowest value in Sagittario wheat (5.02 g). The water absorption capacities of Adana 99, Ceyhan 99, Dinç and Sagittario wheat varieties were found to be 0.04, 0.03, 0.02 and 0.01 g/kernel, respectively. It was observed that there was a proportional relationship between wet weight and water absorption capacity of wheats.

Dry volume, wet volume, swelling capacity, swelling index, thousand kernel weight and hectoliter weight values were found to be significantly different ($P \leq 0.05$) between wheat varieties. Average dry volume was ranged between the lowest Dinç wheat with 52.0 ml and the highest Ceyhan 99 wheat with 55.5 ml. The wet volume values were found to be close to each other between 104.5 ml and 106.5 ml. Swelling

capacity varied between 1.0 and 3.0 ml/kernel. Sagittario wheat variety was the least swollen,

while Adana 99 was the most swollen wheat variety.

Table 2. Physicochemical characteristics of wheat varieties

Variety	DW	WW	WAC	WAI	DV	WV	SC	SI	TKW	HLW
Adana 99	3.90 ±0.01 ^b	5.45 ±0.06 ^{bc}	0.04 ±0.001 ^c	0.41 ±0.01 ^a	53.50 ±0.02 ^b	106.50 ±0.03 ^c	3.00 ±0.02 ^d	2.25 ±0.04 ^{bc}	38.50 ±0.05 ^d	81.00 ±0.03 ^d
Ceyhan 99	3.80 ±0.02 ^{ab}	5.26 ±0.36 ^b	0.03 ±0.002 ^a	0.40 ±0.02 ^a	55.50 ±0.03 ^d	106.50 ±0.01 ^c	2.50 ±0.01 ^c	1.88 ±0.02 ^b	37.62 ±0.02 ^b	77.91 ±0.01 ^a
Dinç	3.73 ±0.03 ^a	5.18 ±0.09 ^{ab}	0.02 ±0.005 ^b	0.48 ±0.04 ^b	52.00 ±0.01 ^a	104.50 ±0.04 ^a	2.00 ±0.03 ^b	1.23 ±0.03 ^{ab}	35.48 ±0.01 ^c	79.69 ±0.04 ^b
Sagittario	3.69 ±0.02 ^a	5.02 ±0.11 ^a	0.01 ±0.003 ^d	0.44 ±0.03 ^{bc}	54.50 ±0.02 ^c	105.50 ±0.02 ^b	1.00 ±0.02 ^a	1.18 ±0.05 ^a	42.71 ±0.02 ^a	80.24 ±0.02 ^c

Means with different superscripts within a column are significantly different at $P < 0.05$. DW: Dry weight (g), WW: Wet weight (g), WAC: Water absorption capacity (g. Kernel⁻¹), WAI: Water absorption index (% w/w), DV: Dry volume (ml), WV: wet volume (ml), SC: Swelling capacity (ml. Kernel⁻¹), SI: Swelling index (% w/w), TKW: Thousand kernel weight (g), HLW: Hectoliter weight (kg. hL⁻¹).

Thousand kernel weight, which gives information about the seed and flour yield of the wheat, was varied between 35.48-42.71 g. Sagittario wheat variety had the highest thousand kernel weight value. Hectoliter weight is an important parameter used in wheat standards and commercial classification of wheats (Ünal, 2002). One of the factors that are based on the quality classification of wheat is the hectoliter weight and the higher the hectoliter weight, the greater the amount of dry matter and thus the flour yield (Manley et al., 2009). It depends on the grain size, shape, hardness or softness and density of wheat. The difference between the varieties was found to be significant in terms of hectoliter weight ($P \leq 0.05$). The highest hectoliter weight was found to be for Adana 99 with 81.00 kg/hl and the lowest one was found for Ceyhan 99 wheat variety with 77.69 kg/hl. Hectoliter weight up to 82.00 kg/hl has been classified as very good wheat varieties (Diepenbrock et al., 2005). Wheat varieties with a hectoliter weight higher than 78,00 kg/hl were classified as first class wheat according to the Wheat Standard of the Turkish Standard Institute (Anonymous, 2001). Hectoliter weight may vary depending on genetic structure, environmental conditions and

cultural practices (Protic et al., 2007). Four bread wheat varieties in this study showed good values in terms of hectoliter weight and are comparable with the results of the study reported by Aktaş et al. (2011), Kılıç et al. (2012), Türk (2013), Migliorini et al. (2016), and Mutlu and Taş (2020).

The gluten index (GI) is a measurement of wheat protein that provides a simultaneous determination of gluten quality. The gluten index is used to determine whether gluten structure is weak or strong (AACCI, 2010). When the gluten index values were examined, the highest value was found in Adana 99 variety with 89.50% and the lowest value was found in Dinç wheat variety with 82.50% (Table 3). Menderis et al. (2008) reported that if the gluten index value of wheat was less than 63%, gluten quality was low, between %63-80 gluten quality was medium, between %80-96 gluten quality was good, and higher than %96, gluten quality was grouped as having very strong quality. According to this grouping, all varieties have been found to be in the good protein group wheats. In addition, it has been determined that the variety of bread wheats used in this study had gluten index value between the range of previous studies (Migliorini et al., 2016; Kaplan-Evlice et al., 2016).

Table 3. Chemical characteristics of bread wheat varieties

Variety	Moisture (%, w/w)	Protein (%, w/w)	Wet gluten (%, w/w)	Gluten index (%, w/w)	Zeleny Sedimentation (ml)	Delayed Sedimentation (ml)
Adana 99	8.85 ±0.01 ^a	11.50 ±0.05 ^a	29.04 ±0.03 ^a	89.50 ±0.06 ^d	26.00 ±0.02 ^a	35.50 ±0.15 ^a
Ceyhan 99	9.00 ±0.02 ^b	12.90 ±0.04 ^c	33.65 ±0.05 ^c	88.50 ±0.03 ^c	38.50 ±0.04 ^c	55.50 ±0.22 ^c
Dinç	9.70 ±0.03 ^d	12.20 ±0.03 ^b	31.50 ±0.04 ^b	82.50 ±0.01 ^a	30.50 ±0.05 ^b	38.00 ±0.04 ^b
Sagittario	9.65 ±0.01 ^c	13.25 ±0.02 ^d	33.79 ±0.01 ^d	85.00 ±0.02 ^b	43.50 ±0.07 ^d	58.00 ±0.07 ^d

Means with different superscripts within a column are significantly different at $P < 0.05$.

Zeleny sedimentation test is the measurement of the settling amount of the swollen particles in a certain time in the suspension prepared with flour and lactic acid solution according to the gluten amount and quality. It is used to predict the quantity and quality of gluten, as well as to estimate the protein content of wheat with the same gluten quality (Dizlek and İslamoğlu, 2015). In wheat with high gluten content and good quality, the particles can be swollen too much due to decrease in their density and slower the settling to the bottom. Thus, the sedimentation value could have been higher. The proteolytic enzymes that sunn pest (*Eurygaster* spp.), *Aelia* spp. and *Nysius huttoni* leaved on the wheat grain cause the gluten proteins to break down under appropriate conditions. As a result of proteolytic enzyme activity, gluten is broken down and delayed Zeleny sedimentation value is lower than Zeleny sedimentation value. As the difference increases, it is understood that the sunn pest, *Nysius huttoni* damage also increases.

The lowest Zeleny sedimentation and delayed sedimentation values were determined in Adana 99, the highest Zeleny sedimentation and delayed sedimentation values were determined in Sagittario wheat variety, and statistically significant differences ($P \leq 0.05$) were found between the varieties. It has been reported that those with a sedimentation value of 15 ml or less are weak, between 15-24 ml are medium, between 25-36 ml are good and with 36 ml and above have very good gluten quality (Elgün et al., 2002). According to this classification, it is seen that all wheat varieties have good and very good

gluten quality. Türk (2013) reported that Zeleny sedimentation and delayed sedimentation values of 12 different wheat varieties was varied between 21.33-41.00 ml and 27.67-54.00 ml, respectively. Sedimentation values are considered to be poor for 15-20 ml, moderate for 20-25 ml, and suitable for bread making if it is between 25-30 ml (Ünal, 2003). The Zeleny sedimentation volume of different wheat varieties varied between 12.0 and 56.0 ml (Menderis et al., 2008; Kılıç et al., 2012; Kaya and Akcura, 2014; Katyal et al., 2016; Keçeli et al., 2017; Pekmez, 2018).

Chemical characteristics of bread wheat varieties

Significant differences between bread wheat varieties ($P \leq 0.05$) were obtained in terms of moisture content, protein content, wet gluten content (Table 3). Moisture contents of wheats have been varied between 8.85% and 9.70% and the lowest value was found in Adana 99 variety, the highest value was found in Dinç variety with 9.70 %, and any variety of critical moisture level did not exceed 14% (Ünal, 2002). The differences in moisture content of wheat varieties may be due to their different chemical components as well to the shape of kernels, kernel covering structures, pre-harvest climatic conditions and storing conditions. In some studies, this effect was also confirmed that taking attention both to the genetic characters of each variety and the environment including climate and agro-factors during vegetation (Khan et al., 2009).

Bread making quality is highly dependent on the amount and quality of the protein in modern bread wheat varieties. The protein content of the

wheat varies between 6-20% partly depending on the type and variety but mostly depending on the soil and environmental factors of the place where it is grown (Özkaya and Özkaya, 2005). Among the wheat varieties, the highest protein content was found in Sagittario and the lowest in Adana 99. Protein content was found to be 11.50, 12.90, 12.20 and 13.25 (% w/w) for Adana 99, Ceyhan 99, Dinç and Sagittario, respectively (Table 3). These results are in agreement with the results of bread wheats reported by Yağdı (2004), Menderis et al. (2008), Tayyar (2010), Zilic et al. (2011), Kılıç et al. (2012), Şanal et al. (2012), Kaplan-Evlice et al. (2016) and Katyal et al. (2016).

Gluten is a group of proteins, especially wheat, responsible for the strong structure of dough. Gluten, which is an important indicator of the bread quality of wheat, is the elastic protein that shows the suitability of flour for bread making. Among the quality components of wheat, gluten plays the most important role in determining industrial use, and therefore gluten strength is one of the parameters used in the classification of wheat for bread use (Dizlek et al., 2006; Modenes et al., 2009). Wet gluten values have been varied between 29.04-33.79%, and the highest value was found in Sagittario wheat variety (Table 3). Menderis et al. (2008) reported that if the wet gluten content of wheat was less than 20%, gluten quality was low, between 20-27% gluten quality was medium, between 28-35% gluten quality was good, and higher than 35% gluten quality was high. Accordingly, the wet gluten values obtained in this study can be evaluated in the good gluten quality class for all bread wheat varieties. Wet gluten values for different types of bread wheat were found similar to those of this study by some researchers (Yağdı, 2004; Cristina et al., 2014; Kaplan-Evlice et al., 2016).

Conclusions

Based on the findings of this study, it was seen that there were differences between the wheat varieties with statistical significance ($P \leq 0.05$) in terms of physical, chemical and physicochemical

(technological) quality characteristics. All wheat varieties in this study showed good values in terms of all quality characteristics studied. It has been determined that the all quality values of Adana 99 wheat variety are generally superior among the most grown wheat varieties in the Mardin region of Turkey in 2017/2018. The longest wheat variety was Adana 99, while the shortest was Dinç wheat variety. The lowest values in terms of width, thickness, equivalent diameter and sphericity were found in Sagittario wheat variety. The widest was Dinç wheat variety. The thickness and equivalent diameter of Adana 99 wheat have been found the highest and the highest sphericity value was found in Dinç wheat variety. The b^* values of Adana 99 was found to be higher than that of other wheat kernels due to bran and characteristics of variety. Sagittario wheat variety was the highest in terms of thousand kernel weight value while Adana 99 was the highest in terms of hectolitre weight value. Swelling capacity of wheat varieties varied between 1.0 and 3.0 ml/kernel. Sagittario wheat variety was the least swollen, while Adana 99 was the most swollen wheat variety. On the other hand, Adana 99 variety had the highest value in terms of gluten index value, while Sagittario variety had the highest value in terms of wet gluten, zeleny sedimentation and delayed sedimentation values. Four wheat varieties studied had strong gluten because the values of gluten index of all varieties were higher than 80. Considering the above analysis results, flour producers will be able to produce flour with better quality flour and suitable flour blends for different traditional breads.

Acknowledgements

This study was made from the master's thesis of Önder DEGER. The abstract of this study was published in the proceeding of 4th International Congress on Nutrition Obesity and Community Health at 19-20 May 2021 in Istanbul.

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

Authors' Contributions: Ö. Deger and A.Yıldırım substantially contributed to the conception and design of the article. Data curation and analysis were maintained by Ö. Deger and A.Yıldırım. Writing the entire manuscript was done by Ö. Deger and A.Yıldırım. Both authors have read, revised, and approved the manuscript.

References

- AACCI. (2010). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. AACCI Method 26-95.01, 38-12.02, 44-15.02, 46-10.01 and 55-10.01. Approved Methods of Analyses 11th Edition, The Association: St. Paul, MN.
- Aktaş, H, Kılıç, H, Kendal, E, Tekdal, S, Kahraman, M, Altıkat, A. (2011). *Diyarbakır koşullarında bazı ekmeklik (Triticum aestivum L.) buğday genotiplerinin verim ve kalite bakımından değerlendirilmesi*. Uluslararası Katılımlı 1. Ali Numan Kırac Tarım Kongresi ve Fuarı. 27-30 Nisan 2011, Eskisehir, 2273-2283.
- Anonymous, (2001). *Turkish standards. Wheat standard*. TS standard no: 2974.
- Anonymous, (2018). <http://tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27635>. Erişim Tarihi: 30.09.2019
- Anonymous, (2019). <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/ekmek/tmobrosuryeni2.pdf>. Erişim Tarihi:03.01.2020
- Anonymous, (2020). <http://www.mardinosb.org.tr/web/Detay.php?DetayGoster=727&Kat=75>. Erişim Tarihi: 03.01.2020
- Aydoğan, S. and Soylu, S. (2017). Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (1), 24-30.
- Bayrakçı, H.A. (2008). *Buğdayın Tavlanmasında Mikrodalga Uygulamasının Öğütme ve Ekmekçilik Kalitesine Etkisi Üzerine Bir Araştırma*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 94s.
- Cristina, M.F., Ferrari, M.C., Clerici, M.T.P.S. and Chang, Y.K. (2014). A comparative study among methods used for wheat flour analysis and for measurements of gluten properties using the Wheat Gluten Quality Analyser (WGQA). *Food Science and Technology (Campinas)*, 34 (2), 235-242.
- Diepenbrock, W., Ellmer, F. and Leon, J. (2005). *Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung*. Stuttgart, Germany, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Dizlek, H. (2012). Buğdaydaki gluten proteinlerinin diğer un ve hamur bileşenleriyle etkileşimleri. *Dünya Gıda Dergisi*, 18(1), 42-48.
- Dizlek, H. and Gül, H. (2009). Required criteria for the definition of bread attributes I. *Miller*, 16, 56-65.
- Dizlek, H. and İslamoğlu, M. (2015). Effects of sunn pest (*Eurygaster maura* L) heteroptera scutelleridae sucking number on physical and physicochemical characteristics of wheat varieties. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88, 10-15.
- Dizlek, H., Gül, H., Özer, M.S., Aksoy, M. ve Özkan, H. (2013a). Çukurova üniversitesi ziraat fakültesi tarla bitkileri bölümü tarafından yetiştirilen 30 farklı ekmeklik buğday çeşidinin değerlendirilmesi I. Fiziksel ve teknolojik özellikler. *Dünya Gıda Dergisi*, 18(1), 76-88.
- Dizlek, H., Özer, M.S., Altan, A. and Gül, H. (2006). *Buğdaydaki gluten proteinlerinin birbirleriyle etkileşimleri*, Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi, 7-8 Eylül 2006, Gaziantep, s:280-286.
- Dizlek, H., Özer, M.S., Gül, H., Dizlek, E. ve Özkan, H. (2013b). 2002-2003 Ürün yılında çukurova üniversitesi tarla bitkileri bölümü arazilerinde yetiştirilen 24 farklı buğday çeşidinin kalitatif özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(3), 34-50.
- Dziki, D. and Laskowski, J. (2005). Wheat kernel physical properties and milling process. *Acta Agrophysica*, 6, 59-71.
- Elgün, A., Certel, M., Ertugay, Z. ve Kotancılar, H.G. (2002). *Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama klavuzu*, Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Seri No: 82, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 283s.
- FAO. (2018). Biodiversity of Turkey: Contribution of genetic resources to agricultural and food system. Ankara: FAO.
- FAO. (2019). *Food and Agricultural Commodities Production. World Wheat Production and Harvesting Area in 2018*, <http://faostat.fao.org>. May 10, 2020.
- Gül H., Kart M.F., Gül M., Akpınar M. G. (2017). Bakery products consumption and consumers' awareness in urban areas of Isparta city, Turkey. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 17(2), 137-146.
- Gül, H, Kara, B, Acun, S, Öztürk, A, Türk Aslan, S. (2020). Türkiye'nin göller bölgesi'nde yetiştirilen farklı buğday çeşitlerinin bazı kalite özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3), 586-595. DOI: 10.30910/turkjans.663641
- Gül, H., Acun, S., Türk, S., Öztürk, A., Kara, B. (2012). Göller bölgesi'nde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin fiziksel özellikleri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 29(2), 21-32.
- ICC. (2002). *International Association for Cereal Science and Technology*. ICC-Standard No:116, Printed By ICC-Vienna, Edition.
- Kalkan, F. and Kara, M. (2011). Handling, frictional and technological properties of wheat as affected by moisture content and cultivar. *Powder Technology*, 213, 116-122.
- Kaplan-Evlice, A., Pehlivan, A., Külen, S., Keçeli, A., Şanal, T., Karaca, K. and Salantur, A. (2016). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde ekmek hacmi ve bazı kalite parametreleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(special issue-1), 12-18.

- Karaman, M., Kendal, E., Aktaş, H., Tekdal, S. and Altikat, A. (2012). Kalite parametreleri yönünden yerli ve yabancı bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2), 29-32.
- Katyal, M., Virdi, A.S., Kaur, A., Singh, N., Kaur, s., Ahlawat, A.K. and Singh, A.M. (2016). Diversity in quality traits amongst Indian wheat varieties I: Flour and protein characteristics. *Food Chemistry*, 194, 337-344.
- Kaya, Y. and Akcura, M. (2014). Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Science and Technology (Campinas)*, 34(2), 386-393.
- Keçeli, A., Kaplan-Evice, A., Pehlivan, A., Şanal, T., Karaca, K., Külen, S., Seis-Subaşı, A., Salanturksu, A. (2017). Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) zeleny sedimentasyon analizi ve diğer kalite parametreleri ile ilişkisinin incelenmesi. *Journal of Nature and Science*, 20, 292-296.
- Khan, M. R., F. M. Anjum, T. Zahoor and H. Nawaz. (2009). Biochemical and technological characterization of pakistani spring wheats. *Pakistan Journal of Agriculture and Science*, 46(4), 271-279.
- Khatkar, B.S., Fido, R.J., Tatham, A.S. & Schofield, J.D. (2002). Functional properties of wheat gliadins. I. Effects on mixing characteristics and bread making quality. *Journal of Cereal Science*, 35, 299-306.
- Kılıç, H., Aktas, H., Kendal, E. and Tekdal, S. (2012). İleri kademe ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 1(2), 132-139.
- Manley, M.G., Engelbrecht, M.L., Williams, P.C. and Kidd, M. (2009). Assessment of variance in the measurement of hectoliter mass of wheat, using equipment from different grain producing and exporting countries. *Biosystems Engineering*, 103(2), 176-186.
- Menderis, M., Atli, A., Köten, M. and Kiliç, H. (2008). gluten indeks değeri ve yaş gluten/protein oranı ile ekmeklik buğday kalite değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(3), 57-64.
- Migliorini, P., Spagnolo, S., Torri, L., Arnoulet, M., Lazzerinic, G. and Ceccarelli, S. (2016). Agronomic and quality characteristics of old, modern and mixture wheat varieties and landraces for organic bread chain in diverse environments of northern Italy. *European Journal Agronomy*, 79, 131-141.
- Modenes, A.N., Silva, A.M.D. and Trigueros, D.E.G. (2009). Rheological properties evaluation of stored wheat. *Food Science and Technology (Campinas)*, 29(3), 508-512. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000300008>.
- Mohsenin, N.N. (1986). *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science, Newyork, pp. 891.
- Mutlu, A. and Taş, T. (2020). Türkiye’de yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin yarı kurak iklim koşullarında (*T. aestivum* L.) kalite özellikleri ile verim ve verim unsurlarının incelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 19, 344-353.
- Özkaya, H. and Özkaya, B. (2005). *Öğütme Teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:30, Ankara.
- Pekmez, H. (2018). Physicochemical characteristics and flourgraph properties of wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) used in flat bread (Gaziantep pita). *Cyta-Journal of Food*, 16(1), 965-971.
- Protic, R., Miric, M., Protic, N., Jovanovic, Z. and Jovin, P. (2007). The test weight of several winter wheat genotypes under various sowing dates and nitrogen fertilizer rates. *Romanian Agricultural Research*, 24, 43-36.
- Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Demir, B., Mecitoğlu Güçbilmez, Ç., Hamzaoğlu, S., Gür, S., Yıldırım, T. (2020). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) genotiplerinin gluten kalitesinin glutopik cihazı ile değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 151-164. DOI: 10.29050/harranziraat.657208
- Şahin, M., Göçmen-Akçacık, A., Aydoğan, S. and Yakışır, E. (2016). Orta Anadolu sulu koşullarında bazı kışık ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve kalite performanslarının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(1), 19-23. DOI: 10.21566/tarbitderg.279721
- Şanal, T., Olgun, M., Erdoğan, S., Pehlivan, A., Yazar, S., Budak-Başçıftçi, Z., Kutlu, I. and Ayter, N.G. (2012). Quality analysis of Turkey in bread wheat by interpolation technique I. Red bread wheat. *Biological Diversity and Conservation*, 5(3), 69-75.
- Tabatabaefar, A. (2003). Moisture-dependent physical properties of wheat. *International Agrophysics*. 17, 207-211.
- Tayyar, Ş. (2010). Variation in grain yield and quality of romanian bread wheat varieties compared to local varieties in northwestern turkey. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(2), 5189-5196.
- Troccoli, A. and di Fonzo, N. (1999). Relationship between kernel size features and test weight in *Triticum durum*. *Cereal Chemistry*, 76(1), 45-49. <https://doi.org/10.1094/CHEM.1999.76.1.45>
- Türk, S. (2013). *Göller bölgesinde bulunan un fabrikaları tarafından kullanılan yerel ve ithal ekmeklik buğdayların fiziksel, kimyasal ve teknolojik özellikleri ile ekmeklik kalitelerinin belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 101s.
- Ünal, S. (2002). *Buğdayda Kalitenin Önemi ve Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler*. Hububat Ürünleri Teknolojisi ve Sergisi, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep, s.25-37.
- Ünal, S. (2003). *Buğday ve un kalitesinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler*. Nevşehir ekonomisinin sorunları ve çözüm önerileri: Un sanayi örneği, Nevşehir Ekonomi Sempozyumu 1, 27-28 Haziran 2003, 15-29.
- Williams, P. C., Nakoul, H. and Singh, K. B. (1983). Relationship between cooking time and some physical characteristics in chickpeas (*Cicer Arietinum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34(5), 492-496.
- Yağdı, K. (2004). Bursa koşullarında geliştirilen ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması. *Uludağ Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 11-23.
- Yıldırım, A. and Atasoy, F.A. (2020). Quality characteristics of some durum wheat varieties grown in

Southeastern Anatolia Region of Turkey (GAP).
Harran Journal of Agricultural and Food Sciences,
24(4), 420-431.
<https://doi.org/10.29050/harranziraat.738505>
Youssef, M. M. (1978). *A study of factors affecting the cook
ability of faba beans (Vicia faba L)*. Ph.D. Thesis,

College of Agricultural University of Alexandria,
Alexandria, Egypt.
Zilic, S., Barac, M., Pesic, M., Dodig, D. and Ignjatovi-Micic,
D. (2011). Characterization of proteins from grain of
different bread and durum wheat genotypes. *Int. J.*
Mol. Sci., 12, 5878-5894. doi:10.3390/ijms12095878



Kalorisi azaltılmış mor reyhan soğuk çayı üretimi

Production of reduced calorie purple basil iced tea

Esmanur KARATAŞOĞLU¹ , Emine DEMİREL² , Tülay ŞAHİN³ , Serap BERKTAŞ^{4*} ,
Mustafa ÇAM⁵ 

^{1,2,3,4,5}Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-2662-4044>; ²<https://orcid.org/0000-0003-1829-5241>; ³<https://orcid.org/0000-0002-3050-3819>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-5195-0685>; ⁵<https://orcid.org/0000-0003-1258-0834>

To cite this article:

Karataşoğlu, E., Demirel, E., Şahin, T., Berktaş, S. & Çam, M. (2021). Kalorisi azaltılmış mor reyhan soğuk çayı üretimi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 163-171
DOI:10.29050/harranziraat.798081

*Address for Correspondence:

Serap BERKTAŞ
e-mail:
berktaserap@gmail.com

Received Date:

21.09.2020

Accepted Date:

06.04.2021

© 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.

ÖZ

Bu çalışmada, mor reyhan ekstraktı (MRE) ve şeker alkollerini ile geliştirilen düşük kalorili soğuk çayların duyuşsal kabul edilebilirlikleri araştırılmıştır. MRE, sitrik asit ve sakaroz ile 9 farklı formülasyonda hazırlanan soğuk çayların ön duyuşsal değerlendirmeleri sonucu referans formülasyon (T3) (MRE: sitrik asit: sakaroz, 1.5: 0.15: 8, %, (v: w: w) / v)) belirlenmiştir. Sorbitol (T4) ve ksilitol (T5) kullanılarak hazırlanan düşük kalorili soğuk çaylar referans örnek (T3) ile duyuşsal açıdan karşılaştırılmıştır. Duyuşsal analiz sonuçlarına göre şeker alkollerini ile üretilen soğuk çayların sakaroz kullanılarak üretilene göre reyhanın aroma ve tadını daha çok öne çıkardığı ve daha çok beğeni aldıkları panelistlerce belirlenmiştir. Mor reyhan soğuk çayı, hem reyhanın sahip olduğu fenolik bileşikleri içermesi hem de şeker alkollerini kullanımı sonucu kalorisinin azaltılması ile diğer soğuk ya da sıcak olarak tüketilen içeceklerle iyi bir alternatif olabilecek nitelikte bir içecek olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Düşük kalori, Soğuk çay, Mor reyhan, Şeker alkolü

ABSTRACT

In this study, the sensory acceptability of low-calorie iced teas developed with purple basil extract (MRE) and sugar alcohols was investigated. The reference formulation (T3) (MRE: citric acid: sucrose, 1.5: 0.15: 8,%, (v: w: w) / v)) was determined as a result of the preliminary sensory evaluations of iced teas prepared in 9 different formulations with MRE, citric acid and sucrose. Low calorie iced teas prepared using sorbitol (T4) and xylitol (T5) were compared with the reference sample (T3) in sensory aspects. According to the results of the sensory analysis, it was determined by the panelists that iced teas produced with sugar alcohols highlight the aroma and taste of basil more than those produced using sucrose, and they received more appreciation. It has been concluded that purple basil iced tea can be a good alternative to other iced or hot beverages due to the fact that it contains phenolic compounds of basil and its calorie reduction due to the use of sugar alcohols.

Key Words: Low calorie, Iced tea, Purple basil, Sugar alcohol

Giriş

İnsanların giderek artan daha sağlıklı ve kaliteli yaşam isteğine bağlı olarak şekerli ürünlere olan talepleri de gün geçtikçe artmaktadır (Diffy ve Anderson, 1998). Kalorisi yüksek diyetler hakkında

artan farkındalık, tatlı algısından ödün vermeden düşük enerjili tatlandırıcıların araştırılmasına yol açmıştır (Butt ve ak., 2002). Bununla birlikte, şekerle (monosakkaritler ve disakkaritler) tatlandırılmış içeceklerin tüketimi hem yetişkinlerde hem de çocuklarda kilo alımı ve

obezitedeki artışa giderek daha çok bağlanmaktadır. Antidiyabetik ve obezite önleyici özelliklere sahip fonksiyonel bileşenlerle birlikte formülize edilmiş düşük şeker içeriğine sahip içecekler bu nedenle ikili bir fayda sağlayacaktır (Złotek ve ark., 2017; de Beer ve ark., 2018).

Şeker alkollerini (polioller) doğal olarak gıdanın yapısında bulunan veya endüstriyel olarak şekerlerden üretilebilen beyaz, suda çözünür organik bileşiklerdir. Gıdalarda yaygın olarak bulunan şeker alkollerini sorbitol, mannitol, ksilitol, izomalt ve hidrojene nişasta hidrolizatlarıdır (Grembecka, 2015). Şeker alkollerini, sakaroz ile kıyaslandığında metabolizması vücutta tam olarak gerçekleşmemektedir. Dolayısıyla emilimi çok yavaş olduğundan daha az kalori sağlamakta ve kan şekeri düzeyini daha az etkileyebilmektedir (Butt ve ark., 2002; Kim ve ark., 2016; Godswill, 2017). Bundan dolayı, polioller diyabetik ve diyet ürünlerinde kullanılmaktadır (Warshaw ve Powers, 1999). Ayrıca, bu tatlandırıcılar şeker ikameleri veya hacim artırıcılar olarak da adlandırılmaktadır (Kroger ve ark., 2006). Kalori azaltma ve karyojenik olmama gibi temel şekerlere göre bazı avantajları bulunmasının yanı sıra aşırı tüketimi durumunda laktasif etki gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Cammenga ve ark., 1996; Grembecka, 2015). Ayrıca, ticari gıda maddelerinde şeker alkollerini, genellikle düşük tatlılığı engellemek adına genellikle yüksek yoğunluklu yapay tatlandırıcılar ile birlikte sakaroz yerine kullanılmaktadır. "Şekersiz" veya "şeker eklenmemiş" olarak adlandırılan birçok "diyetetik" gıda aslında şeker alkolü içermektedir. Şeker alkollerini sakarozdan daha tatlı olmamakla birlikte bazıları, yüksek oranda konsantre edildiğinde ağızda belirgin bir soğutma hissi verebilirler (Cammenga ve ark., 1996). Bu hissi veren şeker alkollerinden biri olan ksilitol, görsel özellikleri ve sağladığı tatlılık düzeyi sakaroz ile benzerlik göstermekte olup en çok kullanılan şeker alkollerinden biridir. Diş dostu olarak bilinen ksilitol sakaroz ile aynı tatlılığa sahip iken yaklaşık %33 daha az kalori içermektedir. Sorbitol ise genellikle diyet ürünlerde sıklıkla kullanılmakla birlikte sakarozun %60' ı kadar tatlılığa sahiptir ve

yaklaşık %30 daha az kalori içermektedir (Grembecka, 2015; Godswill, 2017).

Reyhan (*Ocimum basilicum* L.) dünya çapında geleneksel olarak yetiştirilen ve *Lamiaceae* familyasına ait, tıbbi ve aromatik bir bitkidir. Fesleğen adı ile de bilinen reyhan, Hindistan, Afrika ve Güney Asya kökenli olup en popüler ve kolaylıkla bulunabilen mutfak ve süs bitkilerinden biridir. (Flanigan ve Niemeyer, 2014; Szymanowska ve ark., 2015). Tüm cinsine ortak bir isim verilen bu tür, farklı morfolojik özellikleri, kimyasal bileşimi ve tarımsal endüstride kullanımları olan çok sayıda çeşidi içermektedir. Reyhanın en çok bilinen türleri ise yeşil yapraklı ve beyaz çiçekli olan yeşil reyhan ve antosiyaninlerin yaprak ve çiçeklerinde birikmesi sonucu mor renkte olan mor reyhandır (Prinsi ve ark., 2020). Pek çok reyhan türünde rosmarinik asit, kafeik asit ve kaftarik asit başta olmak üzere pek çok fenolik asit üyesi yüksek miktarda bulunmaktadır. Ayrıca, mor reyhan çeşidine bağlı olarak önemli miktarda suda çözünen fenolik bileşik antosiyaninleri içermektedir (Pedro ve ark., 2016). Yeşil reyhan her ne kadar yüksek antioksidan kapasiteye sahipse de mor reyhandaki antosiyaninlerin varlığı pek çok biyolojik aktiviteyi güçlendirmektedir. Bu etkiler çeşitler arasındaki kimyasal bileşim farklılığı ve özellikle farklı biyolojik aktivitelere sahip bireysel bileşiklerin varlığından kaynaklanmaktadır (Flanigan ve Niemeyer, 2014). Reyhan ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde de pek çok çalışmanın bitkinin antioksidan, antimikrobiyel, antiinflamatuvar, hipoglisemik, hepatoprotektif ve kardiyoprotektif gibi biyoaktif özellikleri ile ilgili olduğu göze çarpmaktadır (Phippen ve Simon, 1998; Flanigan ve Niemeyer, 2014; Szymanowska ve ark., 2015; Złotek ve ark., 2016; Koroch ve ark., 2017).

Çay (*Camellia sinensis*) ülkemizde yoğun şekilde tüketilen önemli biyoaktif bileşik kaynaklarından biridir. Geleneksel çay hazırlama işleminin zaman alıcı olması nedeniyle alternatif ürünler ortaya çıkmıştır. Bu ürünlerden poşet çay ve soğuk çay ön plandadır. Siyah çay ile üretilen soğuk çaylar yıllardır satışta sunulmaktadır ancak

diğer bitkisel materyallerin soğuk çay üretiminde kullanımı çok nadirdir (Alaşalvar ve Çam, 2020). Ayrıca soğuk çaylar içerisindeki sakaroz miktarı nedeniyle bilinçli tüketiciler tarafından genellikle şüphe ile yaklaşılmakta veya uzak durulmaktadır. Tüketime hazır içeceklerin şeker içeriği göz önüne alındığında şeker miktarı ve kan şekeri seviyesi arasındaki doğrusal ilişki nedeniyle bu içecekler hakkında artan endişeler bulunmaktadır. Pek çok çalışmada ve farklı gıda ürünlerinde bu endişeleri bertaraf etmek için doğal ya da yapay tatlandırıcılar kullanılmaktadır (Kroger ve ark., 2006; DellaValle ve ark., 2018; Samaniego-Vaesken ve ark., 2019). Diğer yandan, özellikle yapay tatlandırıcı içeren ürünlerin tüketimlerinden sonra acı tat hissi ve ağızda meydana gelen kalıntı tat tüketiciler tarafından arzu edilmeyen bir durum olarak kabul edilmektedir (Sylvetsky ve Rother, 2016).

Literatür çalışmaları incelendiğinde, mor reyhanın kullanıldığı düşük kalorili soğuk çay üretiminin gerçekleştirildiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, bitkilerin soğuk çay formülasyonunda kullanıldığı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, mor reyhan ekstaktının bitkisel soğuk çay üretiminde girdi olarak kullanımı ve ayrıca sakaroz yerine ksilitol ve sorbitol kullanımı ile düşük kalorili bitkisel soğuk çayların üretimi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Mor reyhan kurutulmuş formda yerel bir aktardan (Aktariyem, Kayseri), sorbitol ve ksilitol ise toz formda (Tito, Türkiye) temin edilmiştir. Deneysel çalışmalarda kullanılan tüm kimyasal ve çözücüler Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) ve Merck (Darmstadt, Germany) firmalarından alınmıştır.

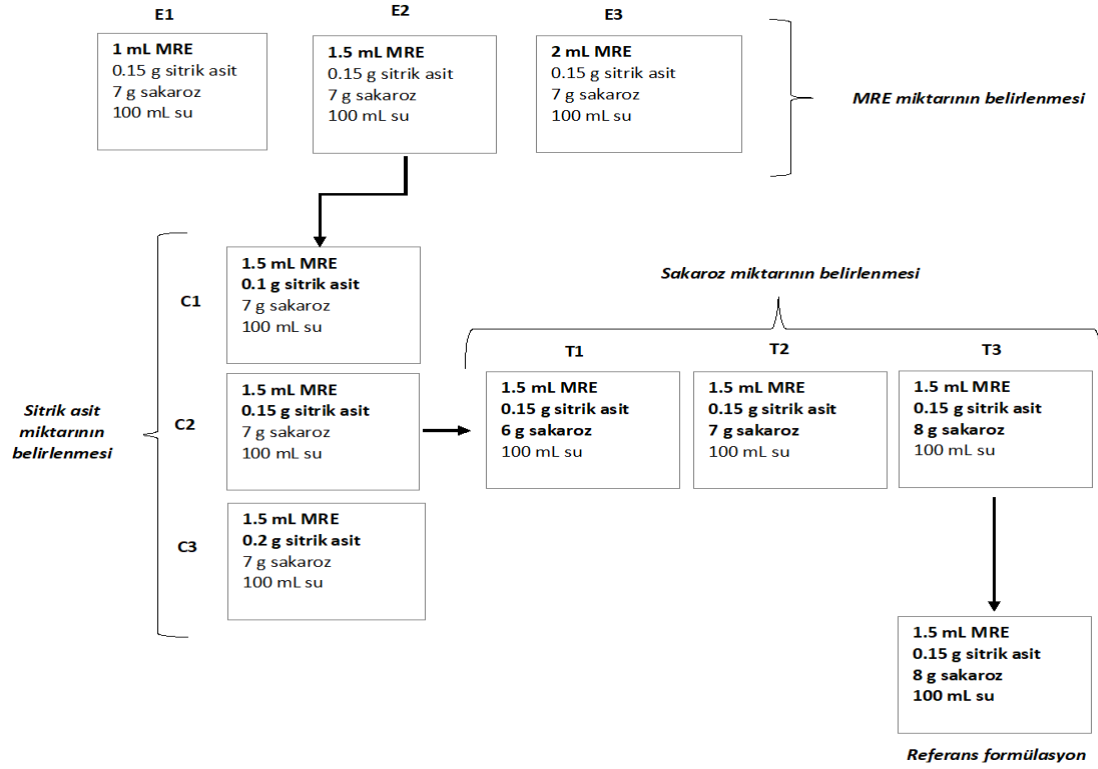
Mor reyhan ekstraktlarının hazırlanması

Soğuk çay formülasyonlarına eklenecek mor reyhan ekstaktı (MRE) hazırlamak amacıyla ilk

olarak kuru formdaki reyhan yaprakları saplarından ayrılarak laboratuvar tipi bir öğütücü yardımıyla (Waring Blender, Staufen, Almanya) homojen hale getirilmiştir. Ekstraksiyon sıcaklığının belirlenmesi amacıyla 50 °C, 70°C ve 100 °C' de ön denemeler yapılarak ekstraktlar alınmıştır. Bunlar arasında 70 °C' de elde edilen ekstaktın diğer örneklerle kıyasla en yüksek absorbansı verdiği spektrofotometrede (Shimadzu, UV 1800, Japonya) UV-vis absorbans spektrumu taraması ile belirlenmiştir. Bu işlemi takiben 50 gram homojen hale getirilmiş reyhan tartılarak 300 mL saf su eklenmiş ve 70 °C, 100 rpm de çalkalamalı su banyosunda (Nüve, NFR800R, Ankara, Türkiye) 30 dakika ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Gürkan ve ark., 2018). Ardından elde edilen ekstakt kaba filtre kâğıdı ile filtre edilerek analiz ve üretime kadar -18 °C de muhafaza edilmiştir.

Soğuk çay formülasyonunun geliştirilmesi

Mor reyhan soğuk çaylarının üretimine geçilmeden önce sırasıyla formülasyonda kullanılacak MRE, sitrik asit ve sakaroz oranları panelistler tarafından gerçekleştirilen duyuşal değerlendirmeler ile belirlenmiştir (Şekil 1). Bu amaçla ilk olarak sitrik asit (0.15 g) ve sakaroz miktarı (7 g) sabit tutulmuş, MRE miktarı ise 1mL (E1), 1.5 mL (E2) ve 2 mL (E3) olacak şekilde 3 farklı soğuk çay hazırlanarak duyuşal değerlendirmeye alınmıştır. Duyuşal değerlendirmeler sonucunda 1.5 mL MRE içeren soğuk çay örneği daha çok tercih edilmiştir. Daha sonra formülasyonda kullanılacak olan sitrik asit miktarı belirlenmiştir. Bunun için MRE (1.5 mL) ve sakaroz miktarı (7 g) sabit tutularak 0.1 g (C1), 0.15 g (C2) ve 2 g (C3) sitrik asit içeren soğuk çayların duyuşal değerlendirmeleri yapılmıştır. Deęerlendirmelere göre 0.15 g sitrik asit içeren soğuk çay seçilmiştir. Son olarak ise 6 g (T1), 7 g (T2) ve 8 g (T3) sakaroz içeren soğuk çaylardan 8 g sakaroz içeren soğuk çay örneği panelistlerce tercih edilerek referans soğuk çay formülasyonu (T3) oluşturulmuştur.



Şekil 1. Soğuk çay formülasyonunun geliştirilmesi
Figure 1. Development of the iced tea formulation

Sakaroz ile belirlenen referans soğuk çay formülasyonu (T3) hazırlanarak 250 mL hacimli steril cam şişelere doldurulmuş ve 80 °C de 10 dk pastörizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Şeker alkolü (ksilitol ve sorbitol) içeren soğuk çaylar (T4 ve T5) ise hazırlanırken tatlandırıcı miktarları kalorisinin azaltılması amacıyla sakaroz ile aynı miktarda kullanılmıştır (Çizelge 1). Üretimleri yapılan soğuk çaylar analizlere kadar 4 °C de depolanmıştır.

Çizelge 1. Soğuk çayların kompozisyonu

Table 1. Composition of the iced teas

Bileşenler ¹ Compounds	Soğuk çay örnekleri ² Iced tea samples		
	T3	T4	T5
MRE (mL)	1.5	1.5	1.5
MRE (mL)			
Sitrik asit (g) Citric acid (g)	0.15	0.15	0.15
Şeker/Şeker alkolü (g) Sucrose/Sugar alcohol (g)	8	8	8

¹Bileşenler 100 mL soğuk çaydaki miktarları ifade etmektedir.

²T3: sakaroz ile hazırlanan soğuk çay örneği, T4: ksilitol ile hazırlanan soğuk çay örneği, T5: sorbitol ile hazırlanan soğuk çay örneği.

Fizikokimyasal analizler

Soğuk çay örneklerinin toplam kuru madde miktarlarının belirlenmesi amacıyla 10 mL örnek alınarak 70 °C de 24 saat etüvde (GEMO, DT104, Türkiye) neminin uzaklaşması sağlanmıştır. Sonuçlar % kuru madde olarak ifade edilmiştir. Suda çözünür kuru madde (%briks) değerlerinin belirlenmesinde Abbe refraktometresi (SOİF, 2WAJ, Çin) kullanılmıştır. Örneklerin pH değerleri bir pH metre (Hanna, İtalya) ile direkt olarak ölçülmüştür. Titre edilebilir asitlik değerleri ise 10 mL örneğin 0.1 N NaOH ile pH' nın 8.1 olduğu noktada titrasyon işlemi durdurularak sarfiyatın not edilmesi ile belirlenmiş ve sonuçlar sitrik asit cinsinden ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2013). Soğuk çayların renk yoğunluğu ekstraktın maksimum absorbans yaptığı dalga boyu olan 408 nm' de spektrofotometrede tespit edilmiştir (Wu ve ark., 2014).

Duyusal analiz

Duyusal değerlendirmeler formülasyon belirlenmesinin her aşamasında ve kalorisini düşük ürünlerin değerlendirilmesinde gerçekleştirilmiştir. Soğuk çaylar 4 °C de

buzdolabında soğutularak rastgele 3 rakamlı kodlamalarla etiketlenmiş şeffaf bardaklarda (~40 mL) panelistlere sunulmuştur. Değerlendirmeler, Gıda Mühendisliği Bölümü öğrenci ve öğretim elemanları arasından seçilen 22-50 yaşları arasındaki 30 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Soğuk çayların renk, tat, koku, asitlik, aroma, ağız hissi ve genel beğeni açısından duyu değerlendirmeleri 5 puanlı hedonik skala testine (1: çok kötü, 5: mükemmel) göre gerçekleştirilmiştir (Alaşalvar ve Çam, 2020).

İstatistiksel analiz

Analizlerin sonuçları 2 tekrarlı verilerin ortalama \pm standart sapma değerleri olarak verilmiştir. Örneklerin karşılaştırmaları anlamlılık değeri ($P<0.05$) göz önüne alınarak Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (SPSS Inc., Chicago, USA).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Soğuk çayların fizikokimyasal özellikleri

Düşük kalori içeriği ile tatlılığı tüketiciler tarafından kabul gören soğuk çay içeceklerinin hazırlanması için sakaroz ikamesi olarak sorbitol ve ksilitol kullanılmıştır. MRE ile üretilen kalorisiz düşük soğuk çayların kuru madde, briks, pH ve titre edilebilir asitlik değerleri Çizelge 2' de verilmiştir. Bununla birlikte üretilen soğuk çayların kalori değerleri de hesaplanmıştır (Godswill, 2017). Titre edilebilir asitlik açısından örnekler arasında anlamlı bir farklılık ($P>0.05$) bulunmamaktadır. Kuru madde, briks ve pH değerleri ise seçilen tatlandırıcı çeşidinin değişmesine bağlı olarak örnekler birbirinden anlamlı şekilde farklılaşmaktadır. Formülasyondaki toplam bileşim düşünüldüğü zaman 3 soğuk çay da aynı içeriğe sahip iken sadece tatlandırıcı çeşidi farklılaşmaktadır. Sakarozun sıcaklık ve sitrik asit varlığında hidrolize uğraması sonucu invert şekerin oluşması olasılığı sakaroz içeren örnekteki kuru madde ve briks değerlerinin yüksek çıkması ile bağlantılı olabileceği düşünülmektedir (Grembecka, 2015).

Tatlandırıcı olarak şeker alkolünün kullanımı soğuk çayların pH değerlerini anlamlı şekilde ($P<0.05$) düşürmüştür. Ürünlere katılan 0.15 g sitrik asit her bir örnek için pH değerini 3'ün altına indirmiştir ki bu değer gerek pastörizasyon süresinin kılmasına yardımcı olmakta gerekse ürünleri görece daha güvenli kılmaktadır. Enginarlı-limonlu soğuk yeşil çayların özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada soğuk çayların briks değerleri 5.60-7.55 olarak, titre edilebilir asitlik değerleri ise 1.16-1.24 g sitrik asit/100 mL olarak tespit edilmiştir (Özünlü ve Ergezer, 2019). Nane ekstraktlarının soğuk çay üretiminde kullanıldığı başka bir çalışmada ise örneklerin pH değerleri 3.45-3.99, briks değerleri ise 7.2-8.1 g/100 mL olarak belirlenmiştir (Alaşalvar ve Çam, 2020). Aonla meyvesi-zencefil suyu ve yapay tatlandırıcılar kullanılarak düşük kalorili bitkisel çayın üretildiği çalışmada içeceklerin asitlik değerleri %0.3-0.38, pH değerleri ise 3.0-3.5 olarak belirlenmiştir (Gaikwad ve ark., 2012). Toğrul ve Hayoğlu (2020) çeşitli meyvelerle zenginleştirmiş oldukları elma suyu içeceklerinde pH değerlerini 5' in altında tespit etmişlerdir. Bu çalışmalardaki değerler incelendiğinde çalışmamızdaki soğuk çayların briks değerleri ile uyumlu görünmektedir. Soğuk çayların bileşiminde bulunan şeker ikamelerine bağlı olarak ise fizikokimyasal özelliklerin değiştiği ve kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir.

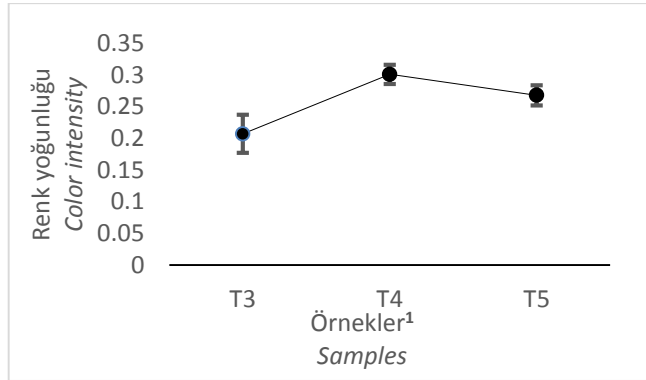
Gıda ürünlerinde özellikle içeceklerde tüketici kabulünü etkileyen önemli unsurlardan birisi olan renk farklı metotlarla belirlenebilmektedir (Bello ve ark., 2015; Cheng ve ark., 2018). Antosiyanince zengin mor reyhanlı soğuk çayların yüksek absorpsiyon verdiği dalga boyunda spektrofotometrede ölçüm yapılmıştır. Soğuk çayların 408 nm deki renk yoğunluğu değerlerine bakıldığında (Şekil 2) ksilitol ile tatlandırılan örneğin renk yoğunluğu değerinin en yüksek olduğu görülmektedir. Mor reyhandan bol miktarda bulunan antosiyaninlerin bitkiye rengini verdiği ve bunu da en iyi ksilitollü örneğin yansıttığı görülmektedir.

Çizelge 2. Soğuk çayların fizikokimyasal özellikleri
Table 2. Physicochemical properties of iced teas

Özellikler ¹ Properties	Soğuk çay örnekleri ² Iced tea samples		
	T3	T4	T5
Briks (%) Brix (%)	7.73±0.04 ^a	7.46±0.03 ^b	7.12±0.03 ^c
Kuru madde (%) Dry matter (%)	7.89±0.02 ^a	7.69±0.01 ^b	7.58±0.02 ^c
pH pH	2.91±0.04 ^a	2.85±0.02 ^b	2.84±0.01 ^b
Titre edilebilir asitlik (g sitrik asit/100 mL) Titratable acidity (g citric acid/100 mL)	0.14±0.01 ^a	0.14±0.01 ^a	0.14±0.01 ^a
Kalori değeri (kcal/100 mL) Calorie (kcal/100 mL)	32	19.2	20.8

¹Veriler 2 tekrarlı sonuçların ortalama ± standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Aynı satırdaki farklı harfler Tukey testi sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı farklılığı (p<0.05) ifade etmektedir.

²T3: sakaroz ile hazırlanan soğuk çay örneği, T4: ksilitol ile hazırlanan soğuk çay örneği, T5: sorbitol ile hazırlanan soğuk çay örneği.



Şekil 2. Soğuk çayların renk yoğunluğu değerleri
Figure 2. Color intensity values of iced tea

¹T3: sakaroz ile hazırlanan soğuk çay örneği, T4: ksilitol ile hazırlanan soğuk çay örneği, T5: sorbitol ile hazırlanan soğuk çay örneği.

Soğuk çayların duyuşal özellikleri Formülasyonun belirlenmesi

Soğuk çay formülasyonu, yapılan duyuşal denemeler ile sırasıyla MRE (1.0-2.0 mL/100 mL), sitrik asit (0.1-0.2 g/100 mL) ve şeker (6.0-8.0 g/100 mL) miktarları değiştirilerek belirlenmiştir (Çizelge 3, Çizelge 4 ve Çizelge 5). Bu amaçla ilk olarak farklı MRE miktarını içeren soğuk çaylar panelistlere sunulmuş ve duyuşal değerlendirmeleri yapılmıştır (Çizelge 3). Tatlılık, asitlik, koku ve genel beğeni açısından örnekler arasında anlamlı bir fark (P>0.05) bulunmamıştır. Ancak, %1.5 (v/v) MRE içeren E2 kodlu soğuk çay örneği, duyuşal parametrelere verilen beğeni puanları göz önünde bulundurulduğunda öne

çıkılmaktadır. Biyoaktif bileşiklerce zengin bitkisel ekstraktların formülasyonda yüksek miktarda bulunması ürünlerin fenolik madde içeriğinde artışa neden olmasının yanı sıra ürünlerin duyuşal kabul edilebilirliğinde azalmaya neden olabilmektedir (Alaşalvar ve Çam, 2020). Duyusal sonuçlardan da anlaşılacağı üzere %1.5 (v/v) MRE oranından sonra genel beğeni azalma tespit edilmiştir.

Çizelge 3. MRE miktarının belirlenmesi
Table 3. Determining the amount of MRE

Duyuşal özellikler Sensory properties	MRE (% v/v)		
	1	1.5	2
Renk Color	3.16±0.98 ^a	4.33±0.81 ^b	4.83±0.40 ^b
Tatlılık Sweetness	3.33±1.21 ^a	3.67±0.51 ^a	3.33±0.51 ^a
Asitlik Acidity	4.00±1.26 ^a	4.33±0.51 ^a	4.00±0.63 ^a
Koku Odor	3.83±1.32 ^a	4.50±0.54 ^a	4.50±0.83 ^a
Genel beğeni Overall acceptability	3.58±0.83 ^a	4.21±0.85 ^a	4.16±0.81 ^a

*Veriler 2 tekrarlı verilerin ortalama ± standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Aynı satırdaki farklı harfler Tukey testi sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı farklılığı (p<0.05) ifade etmektedir.

Formülasyonda kullanılacak olan MRE oranı (%1.5, v/v) belirlendikten sonra ikinci duyuşal

değerlendirme bileşimdeki sitrik asit miktarının değiştirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Buna göre %0.10, %0.15 ve %0.20 (w/v) sitrik asit içeren soğuk çaylar duyuşal olarak değerlendirilmiştir. Tüm duyuşal parametreler açısından örnekler değerlendirildiğinde sitrik asit miktarının değiştirilmesi örnekler arasında anlamlı bir fark ($P>0.05$) oluşturmamıştır. Bununla birlikte tüm duyuşal parametreler göz önüne alındığında daha çok beğeni puanı alan %0.15 (w/v) sitrik asit içeren C2 kodlu soğuk çay örneği seçilmiştir.

Çizelge 4. Sitrik asit miktarının belirlenmesi
Table 4. Determination the amount of citric acid

Duyusal özellikler Sensory properties	Sitrik asit (% w/v) Citric acid (% w/v)		
	0.10	0.15	0.20
Renk Color	4.33±1.00 ^a	4.55±0.72 ^a	4.66±0.70 ^a
Tatlılık Sweetness	3.55±0.88 ^a	4.11±0.78 ^a	3.66±1.00 ^a
Asitlik Acidity	3.66±1.11 ^a	4.33±0.86 ^a	3.88±1.16 ^a
Koku Odor	4.00±1.00 ^a	3.77±1.09 ^a	4.22±1.09 ^a
Genel beğeni Overall acceptability	3.66±0.86 ^a	4.22±0.97 ^a	3.77±1.20 ^a

*Veriler 2 tekrarlı verilerin ortalama \pm standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Aynı satırdaki farklı harfler Tukey testi sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı farklılığı ($P<0.05$) ifade etmektedir.

Çizelge 5. Sakaroz miktarının belirlenmesi
Table 5. Determination the amount of sucrose

Duyusal özellikler Sensory properties	Sakaroz (% w/v) Sucrose (% w/v)		
	6	7	8
Tatlılık Sweetness	3.33±0.50 ^a	4.00±1.00 ^b	4.44±0.72 ^b
Asitlik Acidity	3.66±1.32 ^a	3.77±0.83 ^a	3.66±0.70 ^a
Koku Odor	3.88±0.92 ^a	4.11±0.78 ^a	4.55±0.72 ^a
Genel beğeni Overall acceptability	3.33±0.70 ^a	3.88±1.26 ^b	4.55±0.72 ^b

*Veriler 2 tekrarlı verilerin ortalama \pm standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Aynı satırdaki farklı harfler Tukey testi sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı farklılığı ($P<0.05$) ifade etmektedir.

MRE ve sitrik asit miktarının belirlenmesinin ardından son olarak sakaroz miktarı belirlenmiştir. Asitlik ve koku açısından örnekler arasında anlamlı bir fark ($P>0.05$) olmamakla birlikte genel beğeni,

koku ve tatlılık açısından en yüksek puanı %8 (w/v) sakaroz içeren T3 kodlu örnek almıştır. Sonuç olarak kalorisini azaltılmış soğuk çay formülasyonu T3 kodlu örnekteki oranlar dikkate alınarak hazırlanmış ve panelistlerin değerlendirmesine sunulmuştur.

Kalorisini azaltılmış soğuk çayların duyuşal özellikleri

Sakaroz ile üretilen soğuk çayın kalorisini azaltmak amacıyla ksilitol ve sorbitol kullanılmıştır. Şeker alkolü içeren soğuk çaylar tüm duyuşal parametreler yönünden sakaroz içerenlere göre daha yüksek beğeni puanı aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 6). Tatlılık, aroma, asitlik, ağız hissi ve genel beğeni açısından ksilitol içeren örnek ile sorbitol içeren örnek arasında anlamlı bir fark ($P>0.05$) bulunmamıştır ve sakaroz içeren soğuk çaya kıyasla daha çok tercih edilmişlerdir. Renk ve asitlik açısından soğuk çayların kimyasal metotlar ile tespit edilen özellikleri ile panelistler tarafından belirlenen özelliklerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Şeker alkolü soğuk çaylar asitlik açısından, sorbitollü örnek ise renk açısından daha çok beğeni puanı aldığı tespit edilmiştir. Tatlılık olarak sakaroz ile aynı miktarda şeker alkolü kullanılmasına rağmen kalorisini azaltılmış soğuk çaylar daha tatlı algılanmıştır. Bu sonuç şeker alkolünün sakaroz ikamesi olarak daha iyi ve daha düşük kalorili bir alternatif olabileceğini açığa çıkarmaktadır. Şeker alkolü içeren her iki soğuk çay 5 puanlı hedonik testte tüm duyuşal parametrelerin ortalaması olarak 3.73 puan aldığı ve ortalama 2.95 puan alan sakarozlu soğuk çaydan daha çok beğenildiği ortaya konulmuştur. Aonla-zencefil düşük kalorili içeceklerinin duyuşal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada aspartam ilavesiyle hazırlanan içeceğin sakaroz içeren örneğe göre duyuşal panel üyeleri tarafından daha çok beğenildiği belirlenmiştir (Gaikwad, 2012). İçeceklerin duyuşal özellikleri uçucu ve uçucu olmayan fenolik bileşikler, organik asit ve şeker gibi bileşiklerin varlığı ile de ilgilidir (Yu ve ark., 2014). Mor reyhanın uçucu ve uçucu olmayan fenolik bileşiklerce zengin olduğu düşünülüğünde şeker alkolü ile soğuk çay

formülasyonunda iyi bir uyum sağladığı söylenebilir (Flanigan ve Niemeyer, 2014). Bununla birlikte çalışmada geliştirilen soğuk çaylar şeker ve yapay tatlandırıcıların dezavantajları düşünüldüğünde oldukça iyi bir seçenek olabilecek niteliktedir.

Çizelge 6. Soğuk çayların duyu özellikleri
Table 6. Sensory properties of iced teas

Duyusal özellikler Sensory properties	Soğuk çay örnekleri ¹ Iced tea samples		
	T3	T4	T5
Renk Color	3.53±1.1 ^b	3.75±0.89 ^b	4.03±0.91 ^a
Koku Odor	3.16±0.94 ^a	3.66±1.02 ^a	3.63±0.88 ^a
Tatlılık Sweetness	2.75±0.96 ^b	3.85±0.73 ^a	3.77±0.94 ^a
Aroma Aroma	2.80±0.99 ^b	3.73±0.73 ^a	3.76±0.85 ^a
Asitlik Acidity	2.92±1.08 ^b	3.47±0.93 ^a	3.37±1.05 ^{ab}
Ağız hissi Mouth feeling	2.5±0.93 ^b	3.73±0.90 ^a	3.86±0.89 ^a
Genel beğeni Overall acceptability	2.97±0.94 ^b	3.90±0.87 ^a	3.82±0.81 ^a

*Veriler 2 tekrarlı verilerin ortalama ± standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Aynı satırdaki farklı harfler Tukey testi sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı farklılığı (P<0.05) ifade etmektedir.

¹T3: sakaroz ile hazırlanan soğuk çay örneği, T4: ksilitol ile hazırlanan soğuk çay örneği, T5: sorbitol ile hazırlanan soğuk çay örneği.

Sonuçlar

Günümüzde sağlıklı nesillerin yetişmesi bakımından artan obezite ve diyabet gibi kronik rahatsızlıklarla mücadele önem kazanmaktadır. Bu rahatsızlıklardan dolayı şeker içeriği azaltılmış veya şekersiz ürünlere olan talep giderek artmaktadır. Bu kapsamda yavaş metabolize edilen kalorisi az tatlandırıcı olan şeker alkollerinin çeşitli ürünlerde kullanılabilirliği çeşitli çalışmalarla desteklenmektedir. Şekersiz ya da şekeri azaltılmış diyet ürünler arasında özellikle de fonksiyonel özelliğe sahip olanları daha fazla talep görmekte ve böylece, daha sağlıklı, doğal ve kalorisi azaltılmış ürünler ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada mor reyhan ekstraktı ve kalorisi sakarozu göre daha az olan şeker alkollerini kullanarak soğuk çaylar hazırlanmıştır. Düşük

kalorili mor reyhan soğuk çaylarının duyu özellikleri, sakaroz içeren örneklerle karşılaştırıldığında anlamlı şekilde daha tatlı algılanmış ve daha yüksek beğeni puanları almıştır. Duyusal ve fizikokimyasal analizler sonrası elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında sakaroz ikamesi olarak şeker alkollerinin ve mor reyhan kullanımının soğuk çayların özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir.

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

Yazar Katkısı: MÇ çalışmayı planlamış, EK, ED ve TŞ deneysel çalışmayı yürütmüş, SB verileri analiz etmiş ve makaleyi yazmış, MÇ makalenin son kontrollerini yapmıştır.

Kaynaklar

- Alaşalvar, H., & Çam, M. (2020). Ready to drink iced teas from microencapsulated spearmint (*Mentha spicata* L .) and peppermint (*Mentha piperita* L .) extracts : physicochemical , bioactive and sensory characterization. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(3), 1366-1375. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00386-4>
- Bello, F., Vázquez, D. E., Almirón, N., Cocco, M., & Meier, G. E. (2015). Sensorial Analysis as an Instrument for Color Measurement in "Satsuma" and "Nova" Mandarin Fruit. *Acta Horticulturae*, 1065(1065), 1491–1496. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1065.189>
- Butt, M. S., Pasha, I., Tufail, F., & Anjum, F. M. (2002). Use of low absorptive sweeteners in cakes. *International J Agriculture and Biology*, 4(2), 249–251.
- Cammenga, H. K., Figura, L. O., & Zielasko, B. (1996). Thermal behaviour of some sugar alcohols. *Journal of Thermal Analysis*, 47(2), 427–434. <https://doi.org/10.1007/BF01983984>
- Cemeroğlu, B. S., Gıda Analizleri, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ankara, 2013.
- Cheng, N., Barbano, D. M., & Drake, M. A. (2018). Hunter versus CIE color measurement systems for analysis of milk-based beverages. *Journal of Dairy Science*, 101(6), 4891–4905. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14197>
- de Beer, D., Pauck, C. E., Aucamp, M., Liebenberg, W., Stieger, N., van der Rijst, M., & Joubert, E. (2018). Phenolic and physicochemical stability of a functional beverage powder mixture during storage: effect of the microencapsulant inulin and food ingredients. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(8), 2925–2934. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8787>

- DellaValle, D. M., Malek, A. M., Hunt, K. J., Peter, J. Vs., Greenberg, D., & Marriott, B. P. (2018). Low-calorie sweeteners in foods, beverages, and food and beverage additions: NHANES 2007-2012. *Current Developments in Nutrition*, 2(12), 1–5. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzy024>
- Diffy, V.B., & G.H. Anderson, (1998). Use of nutritive and non-nutritive sweeteners. *Journal of the American Dietetic Association*, 98, 580–7.
- Flanigan, P. M., & Niemeyer, E. D. (2014). Effect of cultivar on phenolic levels, anthocyanin composition, and antioxidant properties in purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Food Chemistry*, 164, 518–526. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.061>
- Gaikwad, K. (2012). Studies on the Development and Shelf Life of Low Calorie Herbal Aonla- Ginger RTS Beverage by Using Artificial Sweeteners. *Journal of Food Processing and Technology*, 4(1), 1–4. <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000200>
- Godswill, A. C. (2017). Sugar Alcohols: Chemistry , Production , Health Concerns and Nutritional Importance of Mannitol, Sorbitol, Xylitol, and Erythritol. *International Journal of Advanced Academic Research*, 3(2), 31–66.
- Grembecka, M. (2015). Sugar alcohols—their role in the modern world of sweeteners: a review. *European Food Research and Technology*, 241(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2437-7>
- Gürkan, H., Boran, O. S., & Hayaloğlu, A. A. (2019). Influence of purple basil extract (*Ocimum basilicum* L.) on chemical composition, rheology and antioxidant activity of set-type yoghurt. *Mljekarstvo*, 69(1), 42–52. <https://doi.org/10.15567>
- Kim, S., Kim, M., Song, Y. B., Cho, M. K., & Song, Y. O. (2016). Development of low calorie roasted radish tea beverage with anti-oxidant activity. *Food Science and Biotechnology*, 25, 113–118. <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0107-6>
- Koroch, A. R., Simon, J. E., & Juliani, H. R. (2017). Essential oil composition of purple basil, their reverted green varieties (*Ocimum basilicum*) and their associated biological activity. *Industrial Crops and Products*, 107(2017), 526–530. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.066>
- Kroger, M., Meister, K., & Kava, R. (2006). Low-calorie sweeteners and other sugar substitutes: A review of the safety issues. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(2), 35–47. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.tb00081.x>
- Özünlü, O., & Ergezer, H. (2019). İnfüzyon Yöntemi Kullanılarak Kurutulmuş Enginar Çanak Yapağı Katkılı Soğuk Yeşil Çay Üretimi. *Akademik Gıda*, 17(4), 458–467. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.667257>
- Pedro, A. C., Moreira, F., Granato, D., & Rosso, N. D. (2016). Extraction of bioactive compounds and free radical scavenging activity of purple basil (*Ocimum basilicum* L.) leaf extracts as affected by temperature and time. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 88(2), 1055–1068. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150197>
- Phippen, W. B., & Simon, J. E. (1998). Anthocyanins in Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(5), 1734–1738. <https://doi.org/10.1021/jf970887r>
- Prinsi, B., Morgutti, S., Negrini, N., Faoro, F., & Espen, L. (2020). Insight into composition of bioactive phenolic compounds in leaves and flowers of green and purple basil. *Plants*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/plants9010022>
- Samaniego-Vaesken, M. de L., Partearroyo, T., Cano, A., Urrialde, R., & Varela-Moreiras, G. (2019). Novel database of declared low- and no-calorie sweeteners from foods and beverages available in Spain. *Journal of Food Composition and Analysis*, 82, 103234. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103234>
- Sylvetsky, A. C., & Rother, K. I. (2016). Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. *Physiology and Behavior*, 164, 446–450. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.03.030>
- Szymanowska, U., Złotek, U., Karaś, M., & Baraniak, B. (2015). Anti-inflammatory and antioxidative activity of anthocyanins from purple basil leaves induced by selected abiotic elicitors. *Food Chemistry*, 172, 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.043>
- Toğrul, Ö. & Hayoğlu, İ. (2020). Yeni bir izotonik içecek olarak; nar, kızılıçık ve karadut suları ile zenginleştirilmiş elma suyu üretim olanakları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2): 165-173. DOI: 10.29050/harranziraat.622179
- Wu, Y., Wang, Y., Zhang, W., Han, J., Liu, Y., Hu, Y., & Ni, L. (2014). Extraction and preliminary purification of anthocyanins from grape juice in aqueous two-phase system. *Separation and Purification Technology*, 124, 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2014.01.025>
- Yu, P., Yeo, A. S. L., Low, M. Y., & Zhou, W. (2014). Identifying key non-volatile compounds in ready-to-drink green tea and their impact on taste profile. *Food Chemistry*, 155, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.046>
- Złotek, U., Szychowski, K. A., & Świeca, M. (2017). Potential in vitro antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, and anticancer effect of arachidonic acid-elicited basil leaves. *Journal of Functional Foods*, 36, 290–299. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.07.024>
- Złotek, U., Szymanowska, U., Karaś, M., & Świeca, M. (2016). Antioxidative and anti-inflammatory potential of phenolics from purple basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves induced by jasmonic, arachidonic and β -aminobutyric acid elicitation. *International Journal of Food Science and Technology*, 51(1), 163–170. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12970>
- Warshaw, H. S., & Powers, M. A. (1999). A search for answers about foods with polyols. *The Diabetes Educator*, 25, 307–21.



Mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi

The effect of corn flour addition on morphogeometric, functional and textural properties of sponge type cakes

Mehmet KÖTEN^{1*} , Ahmet Sabri ÜNSAL² 

¹Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kilis, Türkiye

²Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-8232-8610>; ²<https://orcid.org/0000-0002-8012-3208>

To cite this article:

Köten, M. & Ünsal, A.S. (2021). Mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 172-184.

DOI: 10.29050/harranziraat.850654

Address for Correspondence:

Mehmet KÖTEN

e-mail:

mehmetkoten@gmail.com

Received Date:

02.01.2021

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.

ÖZ

Bu çalışmada, mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Buğday unu ile mısır unu karışımları (100:00, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50) hazırlanarak pandispanya tipi kek yapımında kullanılmıştır. Farklı oranlarda mısır unu ilavesi ile keklerin nem, kül, yağ, toplam besinsel lif, toplam fenolik madde, antioksidan ve fitik asit içeriklerinin arttığı, protein içeriğinin düştüğü tespit edilmiştir. Kek örneklerinde mısır unu ilave oranlarının artması; kek hacmi, hacim indeksi, simetri indeksi ve pişme kaybı değerlerinin belirgin düzeyde azalmasına, kek yoğunluğunun ise artmasına neden olmuştur. Mısır unu ilavesi, keklerin esneklik ve iç yapışkanlık hariç diğer tüm tekstürel değerlerinde düşüşe neden olurken L* ve b* renk değerlerinde artışa neden olmuştur. Duyusal analizler sonucunda genel kabul edilebilirlik açısından en çok beğeniyi %40 mısır unu ilaveli kek örneği alırken en az beğeniyi kontrol örneği almıştır.

Anahtar Kelimeler: Pandispanya, Kek kalitesi, Mısır unu, Morfojeometrik özellikler

ABSTRACT

In this study, the effect of corn flour addition on the morphogeometric, functional and textural properties of sponge type cakes was investigated. Wheat flour and corn flour mixtures (100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50) were prepared and used in making sponge type cake. It was determined that moisture, ash, fat, total dietary fiber, total phenolic matter, antioxidant and phytic acid contents of cakes increased and protein contents decreased with the addition of corn flour in different ratios. Increased corn flour addition ratios in cake samples caused a significant decrease in cake volume, volume index, symmetry index and weight loss values, while an increase in cake density was observed. The addition of corn flour caused a decrease in all textural properties of the cakes except springiness and cohesiveness, and increased L* and b* color values. As a result of the sensory analysis, in terms of general acceptability, the cake sample with the addition of 40% corn flour received the highest like, while the least like was recorded for the control sample.

Key Words: Sponge cake, Cake quality, Corn flour, Morphogeometric properties

Giriş

Teknolojinin gelişmesi, yaşam tarzlarının değişimi, hayat kalitesinin artması ve tüketicilerin bilinçlenmesi, insanların besin ihtiyaçlarının ve

beslenme alışkanlıklarının değişmesine neden olmuştur. Bu durum aynı zamanda gıdaları yalnızca temel ihtiyaçları karşılayan besin ögeleri olmaktan çıkartmış, endüstriyel anlamda daha zengin, kaliteli, raf ömrü uzun, sağlıklı, tekstürel

ve duyuusal özellikleri geliştirilmiş çeşitli gıdaların üretilmesi için yapılan çalışmaların hızla artmasına katkıda bulunmuştur. Tahıl ve ürünlerinin günlük beslenmede önemi oldukça büyük olup günlük diyetin büyük bir bölümü tahıl ve ürünlerinden karşılanmaktadır. Üretilen tahıl ürünlerinin lezzetli ve tüketimlerinin pratik olması nedenleriyle özellikle kek, bisküvi gibi ürünler tüketicilerin dikkatini çekmektedir. Tüketicilerin bu talepleri karşısında tahıl ürünlerinde üretim ve ürün çeşitliliği de her geçen gün artmaktadır.

Unlu mamullerin günümüzdeki beslenme alışkanlıklarındaki artan önemi, bu gıda ürünlerinin tüketiciler tarafından kolayca kabul edilebileceği ve dolayısıyla önemli bileşenler için araç olarak kullanılabilmesi anlamına gelmektedir. Kek yumuşak dokusu, tadı, yemeye hazır doğası, çeşitliliği ve uygun maliyeti nedeniyle tüm yaş grubu tüketiciler tarafından tercih edilen tatlı, yüksek kalorili pişmiş bir fırın ürünüdür (Kaur ve Kaur, 2018). Tüketimi gün geçtikçe artan ve pek çok ülkede unlu mamuller endüstrisinde ekmek ve bisküviden sonra en çok üretilen bir ürün konumundadır (Baltacıoğlu ve ark., 2020).

Mısır, içerdiği zengin besin maddeleri nedeniyle hem insan, hem de hayvan beslenmesi bakımından çok değerli ve kullanım çeşitliliği olan bir tahıl ürünüdür. Mısır, dünya tarım ürünleri piyasalarında hem üretim hem de ticareti ile oldukça önemli bir yere sahiptir. Sanayide, mısırdan pek çok ürün elde edilmektedir; un, yağ, nişasta, tatlandırıcılar başta olmak üzere, yüzlerce ürün sayılabilir. Mısırdan elde edilen ürünlerin her bir parçası, ayrı bir ekonomik değere sahiptir (Algül, 2012). Bazı yörelerimizde sadece mısırdan yapılan veya mısır ve buğday unu karışımından yapılan ekmekler oldukça yaygın olarak tüketilmektedir. Mısır unu, kurutulmuş mısır tanelerinin çok iyi bir şekilde öğütülmesiyle elde edilir, kokusuzdur ve yumuşak bir tadı vardır. Mısır unu, karbonhidrat ve nişasta bakımından zengin, protein ve vitamin bakımından ise fakirdir. Mısır unu birçok amaçla kullanılmaktadır. Ekmek yapımında, et ve balık pişirmede, dolgu macunu, yapıştırıcı olarak kullanım alanı bulmaktadır. Mısır

unu veya diğer öğütme ürünleri şeklinde gıdalarda bileşen olarak yer alabilmektedir. Özellikle başka tür unlarla karıştırılıp değişik hamur işlerinin yapımında kullanımı da oldukça yaygındır (Algül, 2012; Inceer, 2011).

Tüketicilerin doğal katkılara, değişik tatlara ve fonksiyonel özellik gösteren sağlıklı ürünlere yönelmesi ile gıda alanında yürütülen bilimsel çalışmalar da bu tür yeni gıdaların geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu nedenlerle bu çalışmada kek formülasyonuna mısır unu ilave etmek suretiyle; besin değeri ve lezzet bakımından zenginleştirilmiş yeni fonksiyonel bir kekin üretilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Kek üretiminde kullanılan buğday unu, mısır unu, pudra şekeri, vanilya, kabartma tozu, rafine kristal tuz ve yumurta Kilis'te yerel bir marketten satın alınmıştır. Araştırmada kullanılan jel yapıdaki yüzey aktif madde (yağ asitlerinin mono ve digliseritleri (E471) ile yağ asitlerinin poligliserit esterleri (E475)'nden oluşan) Katsan firması (İstanbul)'dan temin edilmiştir. Formülasyonda Kilis 7 Aralık Üniversitesi kampüsü su şebekesinden temin edilen içme suyu kullanılmıştır.

Kek hamuru formülasyonları, buğday ununun farklı oranlarda (100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 ve 50:50) mısır unu ile karıştırılmasıyla hazırlanmıştır.

Araştırmada, hamur hazırlama işlemi için laboratuvarında bulunan 2 kg hamur kapasiteli ve 10 farklı karıştırma hızına sahip "Kitchen Aid" marka "KSM45" model mikser (KitchenAid Inc., St. Joseph, Michigan, USA) kullanılmıştır. Pişirme işleminde Amerikan Tahıl Kimyagerleri Birliği (AACC)'nin 10-90.01 nolu yönteminde açıklandığı gibi iç çapı 203 mm ve derinliği 38 mm olan paslanmaz çelik tavalardan yararlanılmış ve 2 pişirme bölmeli, üst iç yüzeyinde ısıtıcı rezistansı

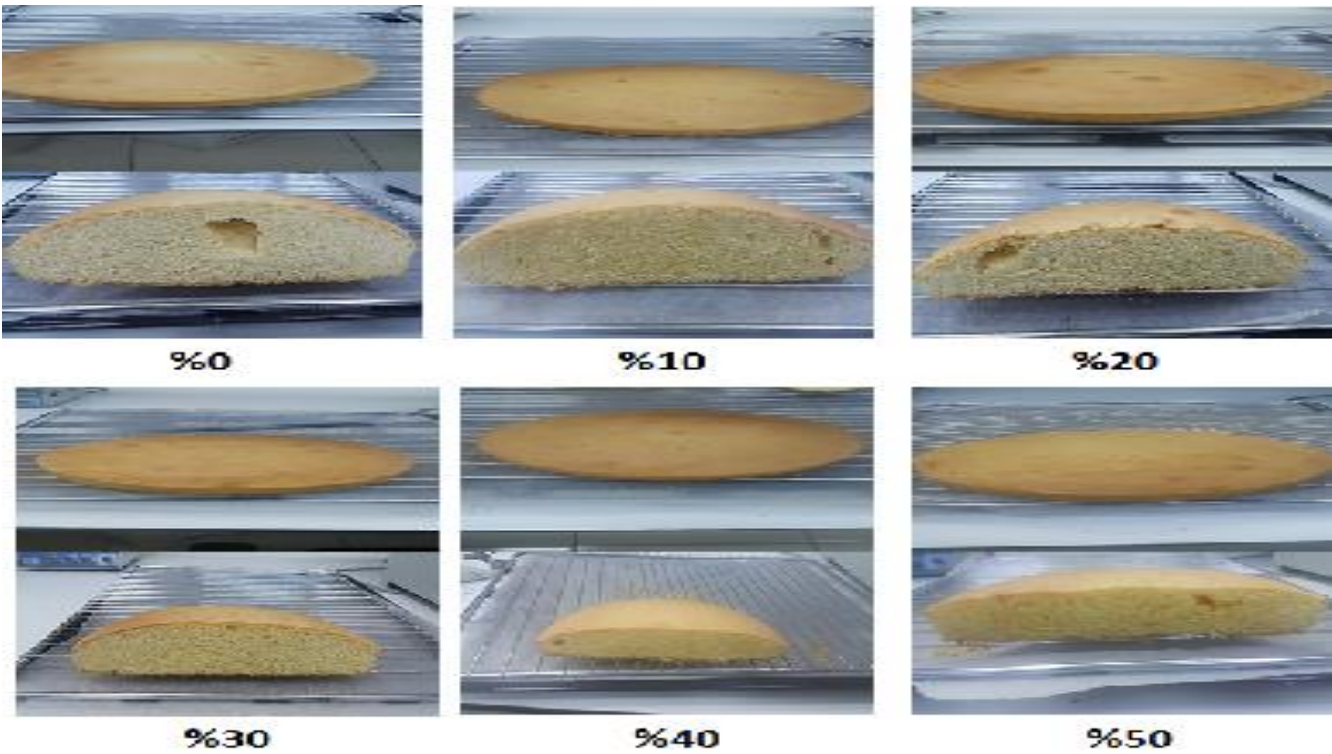
bulunan Arçelik marka SUF 4000 MEB model set üstü elektrikli fırın (Arçelik, Bolu, Türkiye) kullanılmıştır.

Pandispanya formülü ve yapım yöntemi

Kek hamurları "Materyal" bölümünde tanımlanan ve Çizelge 1'de verilen bileşenler kullanılarak hazırlanmıştır. Kek formülasyonunda mısır unu değişken bileşen olarak kullanılmıştır. Mısır unu buğday unu ile yer değiştirme prensibine göre % 10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında ikame edilerek kullanılırken, diğer bileşenler sabit miktarlarda kullanılmıştır. Sonuç olarak toplamda 6 farklı hamur formülasyonu oluşturulmuştur. Mısır unu içermeyen hamur ise kontrol kek üretmek için hazırlanmıştır.

Kek üretiminde Dizlek ve Özer (2017) tarafından bildirilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Öncelikle kuru bileşenler (buğday unu, mısır unu, kabartma tozu, vanilya, pudra şekeri ve tuz) kek hamuruna ilave edilmeden önce birbiri içerisinde iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Kek hamuru hazırlanırken bileşenlerin karıştırılmasında şu sıra takip

edilmiştir. İlk olarak yumurta, mikserin 4 hız ayarında 1 dk çırpılmış daha sonra yüzey aktif madde ve su ilave edilerek 1 dk daha aynı hızda karıştırılmıştır. Bu karışıma homojen hale getirilmiş kuru bileşenler ilave edilerek karıştırmaya mikserin 6 hız ayarında 3 dk daha devam edilmiştir. Bu karıştırma işleminin sonunda elde edilen hamurlar 500 g tartılmak suretiyle yağ ile kaplanmış pişirme tavalarına konulmuştur. Kek hamurları 230 ± 3 °C'de fırının (Arçelik marka, SUF 4000 MEB model set üstü elektrikli fırın) alt pişme modunda 30 dk, üst-alt pişirme modunda 6 dk olmak üzere toplamda 36 dk pişirilmiştir. Pişirme işleminin ardından kekler 10 dk boyunca kendi pişirme kaplarında soğutulmaya bırakılmıştır. Daha sonra kekler tavalardan çıkarılıp tel raflarda 30 dk oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Son olarak, kekler analiz zamanına kadar tel raflar üzerinde kapaklı polietilen kaplarda ahşap dolaplarda tutulmuştur. Araştırmada uygulanan karıştırma ve pişirme süreleri ile pişirme sıcaklığı ön denemelerle belirlenmiştir. Üretilen keklere ait fotoğraflar Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Farklı oranlarda mısır unu ilaveli pandispanyalar
Figure 1. Sponge cakes with corn flour addition in different ratios

Çizelge 1. Kek hamuru formülasyonu
Table 1. Cake batter formulation

Bileşenler <i>Ingredients</i>	Miktar (g) <i>Quantity (g)</i>
Buğday unu* <i>Wheat flour*</i>	100
Mısır unu** <i>Corn flour**</i>	10-50
Şeker* <i>Sugar*</i>	72
Yumurta* <i>Egg*</i>	60
Su* <i>Water*</i>	30
Yüzey aktif madde* <i>Surfactant*</i>	10
Kabartma tozu* <i>Baking powder*</i>	2
Vanilya* <i>Vanilla*</i>	1
Tuz* <i>Salt*</i>	0.5

*Değişken miktarlarda. Çizelgede verilen miktarlar mısır unu içermeyen kontrol örneği için geçerlidir.

*Variable quantities. The quantities given in the table apply to the control sample that does not contain corn flour.

**Buğday unu ile yer değiştirme prensibine göre % 10, 20, 30, 40 ve 50 (w/w) oranlarında kullanılmıştır.

**It was used in the ratios of 10, 20, 30, 40 and 50% (w / w) according to the principle of replacing with wheat flour.

Kimyasal analizler

Buğday unu, mısır unu ve kek örneklerinin nem (metot 44-19.01), kül (metot 08-01.01), protein (metot 46-12.01) ve yağ (metot 30-25.01) içeriklerinin belirlenmesinde AACC metotları kullanılmıştır (AACC, 2010).

Morfometrik analizler

Kek örneklerinin hacim indeksi, simetri indeksi, tekdüzelik indeksi, toplam hacim indeksi ve pişme kaybı analizleri Dizlek ve Özer (2017)'nin bildirdiği yöntemle göre gerçekleştirilirken; hacim ve spesifik hacim analizleri Dizlek (2015)'in bildirdiği yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Kek yoğunluğu ise, kekin ağırlığı ile hacmi arasındaki oran olarak hesaplanmıştır.

Fonksiyonel özellikler

Toplam besinsel lif (TBL)

Buğday unu, mısır unu ve kek örneklerinde yapılmıştır. Yöntemde toplam besinsel lif test kiti (Megazyme International Ireland Ltd., Bray Business Park, Bray, Co. Wicklow, Ireland) kullanılmıştır. Yöntem, Lee ve ark. (1992), Prosky

ve ark. (1992), Prosky ve ark. (1988) tarafından geliştirilen yöntemdir.

Toplam fenolik madde (TFM)

Buğday unu, mısır unu ve keklerde Aktaş ve Levent (2018)'in bildirdiği metoda göre Folin-Ciocalteu reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler %80 metanol ile ekstrakte edilmiştir. Bunun için 1 g örnek, 10 ml %80 sulu metanol ile 2 saat süreyle 37°C'de çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Daha sonra örnek 2600 g'de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Taze metanolik ekstrakt, toplam fenolik madde içeriğini belirlemek için kullanılmıştır. TFM içeriği; önceden gallik asit ile oluşturulan (absorbans / konsantrasyon) standart grafiğinden elde edilen denklem ile hesaplanmış ve sonuçlar 1 kg örnek için mg gallik asit eşdeğer (GAE) miktarı olarak ifade edilmiştir.

Antioksidan aktivite

Buğday unu, mısır unu ve keklerde Aktaş ve Levent (2018)'in bildirdikleri metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Örnekler saf metanol ile ekstrakte edilmiştir. Bunun için 0.1 g örnek, 3 ml saf metanol ile 1 saat süreyle çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Daha sonra örnek 2600 g'de 20 dakika santrifüjlenmiştir. Taze metanolik ekstrakt, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalini temizleme yeteneğini belirlemek için kullanılmıştır. Bu yöntem, pembe renkli stabil bir bileşik olan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin yok edilmesi sonucu, renkte meydana gelen azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Sonuçlar DPPH radikalinin inhibisyon oranı şeklinde denklem 1 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{DPPH radikalinin inhibisyon oranı (\%)} = \frac{(A_{\text{Kör}} - A_{\text{Örnek}})}{A_{\text{Kör}}} \times 100 \quad (1)$$

Burada;

$A_{\text{Kör}}$ = Körün absorbansı

$A_{\text{Örnek}}$ = Örneğin absorbansı

Fitik asit

Örneklerdeki fitik asitin Fe^{+3} ile çözünmez formu olan demirfitat şeklinde çöktürülüp arta

kalan yani çökelmeyen Fe^{+3} miktarının bipyridine ile oluşturduğu rengin spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayalı bir yöntem kullanılmıştır. Bu ölçüm miktarı ile fitik asite bağlanıp çöken Fe^{+3} miktarı da dikkate alınarak fitik asit konsantrasyonu hesaplanmaktadır (Haug ve Lantzsch, 1983).

Renk analizleri

Buğday unu, mısır unu ve kek örneklerinin renk ölçümleri Hunterlab MiniScan EZ (Reston, Virginia, USA) model renk ölçüm cihazıyla yapılmış ve değerler yine bu cihazda CIALAB ölçüm sistemine göre ifade edilmiştir. HunterLab renk skalasında $L^*=0$ (siyah), $L^*=100$ (beyaz); $-a^*$ (yeşillik), $+a^*$ (kırmızılık); $-b^*$ (mavilik), $+b^*$ (sarılık) değerleri gün ışığı ($D65/10^\circ$) ayarında okunmuştur. Renk ölçümleri 3 paralelli yapılmış ve sonuç üç değer in ortalaması olarak verilmiştir.

Tekstürel özellikler

Tekstürel özellikler AACC metot 74-09.01 (AACC, 2010) esas alınarak TA-XT Plus tekstür analiz cihazında (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK) tespit edilmiştir. Bu amaçla P/36R donanımı kullanılarak keklerden 5 mm çap ve 20 mm yüksekliğinde sonda ile alınan örnekler Tekstür Profil Analizi (TPA) uygulanmıştır. Elde edilen kuvvet-zaman eğrisinden sertlik, esneklik, yapışkanlık, iç yapışkanlık ve çığnenebilirlik değerleri hesaplanmıştır. Testin yapıldığı mekaniksel şartlar (test parametreleri) cihazda aşağıdaki gibi ayarlanmıştır:

Pre-test speed: 1 mm/s

Test speed: 1 mm/s

Post-test speed: 10 mm/s

Test distance: 5 mm

Trigger type: Auto (Force)

Trigger Force: 0.049 N

Duyusal analiz

Volpini-Rapina ve ark. (2012) ve Emmanuel ve ark. (2013)'ün bildirdikleri metotlar modifiye edilerek kullanılmıştır. Duyusal analiz yarı eğitilmiş 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir.

Panelistlerden kek örneklerini kek dış rengi, kek iç rengi, gözenek yapısı, tekstür (kek yumuşaklığı), tat-aroma, ağız hissi özellikleri ve genel kabul edilebilirlik açısından; 1-5 arasındaki skala (1-çok kötü, 2-kötü, 3-orta, 4-iyi ve 5-çok iyi) kullanılarak duyu sal değerlendirme yapımları istenmiştir.

İstatistiksel analizler

İki tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada elde edilen tüm veriler ortalama \pm standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. Kek örnekleri arasında gözlemlenen varyasyonların önemi, JMP 11.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) yazılım programı kullanılarak test edilmiştir. Farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları $P \leq 0.05$ düzeyinde Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Hammadde özellikleri

Kek formülasyonunda kullanılan buğday unu ve mısır unununun yaklaşık bileşimlerinin sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Mısır unununun buğday unundan daha yüksek kül, yağ, TBL, TFM, antioksidan aktivite ve fitik asit değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Bu da mısır unununun zengin kimyasal kompozisyonu ile kekin besinsel kalitesinin artırılması açısından uygun olduğunu göstermiştir. Mısır unununun nem, kül, protein ve yağ içeriği sırasıyla % 10.79, % 1.28, % 7.78 ve % 2.33 olarak bulunmuştur. Buğday ununun kül, protein, yağ ve TFM içerikleri sırasıyla % 0.63, % 10.81, % 1.19 ve 934.86 mg kg^{-1} olarak tespit edilmiştir. Bu değerler Kaur ve Kaur (2018)'ün bildirdiği sonuçlara yakın bulunmuştur. Çizelgeden de görüleceği üzere mısır ununun, TBL değeri %3.34, TFM değeri 1063.96 mg kg^{-1} , antioksidan aktivite değeri % 9.93 ve fitik asit değeri 2.48 mg g^{-1} olarak belirlenmiştir. Argun (2016) yaptığı çalışmada At dişi ve Sert mısır çeşitlerinde toplam fenolik madde miktarını 1304.70-2521.50 mg kg^{-1} , antioksidan aktivite değerini %22-39 ve fitik asit değerini 7.33-9.57 mg kg^{-1} aralıklarında saptamıştır. Çalışmamızda saptanan değerlerin bu sonuçlardan düşük çıkmasının nedeninin mısır

ununun elde edildiği mısır çeşidinin ve yetiştirildiği toprak ve iklim koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Buğday ununa ait L* değerinin mısır unundan daha yüksek, a* ve b* değerlerinin mısır unundan daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Mısır ununa ait renk değerleri incelendiğinde buğday ununa göre daha sarı, daha kırmızı ve daha parlak olduğu görülmüştür. Mısır ununun nem, protein ve renk değerlerine ilişkin bulunan sonuçlar Kılınççeker ve Hepsağ (2010) tarafından bildirilen sonuçlarla uyumlu bulunmuştur.

Kek özellikleri

Kimyasal ve fonksiyonel özellikler

Mısır unu katkılı pandispanyaların kimyasal ve fonksiyonel özelliklerine ait veriler Çizelge 3'te sunulmuştur. Örneklerin 1. gün nem içerikleri mısır unu ilavesi ile kontrol örneğine göre artış göstermiştir. 2. gün yapılan nem analizi sonuçlarına bakıldığında ise ilk gün analiz sonuçlarından düşük bulunmuş ve yine mısır unu ilave oranının artışına bağlı olarak artmıştır (P<0.05). Kek formülasyonuna ilave edilen mısır unu oranı arttıkça kek örneklerinin protein içeriği hariç kül, yağ, TBL, TFM, antioksidan aktivite ve fitik asit içeriklerinde önemli derecede artış görülmüştür (P<0.05).

Buğday ununa göre mısır ununda saptanan yüksek kül, yağ, TBL, TFM ve antioksidan içerikleriyle (Çizelge 2) ilişkili olarak keklerdeki saptanan değerlerin yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Çizelge 3'te görüldüğü üzere en düşük kül içeriği (%1.32) kontrol örneğinde tespit edilirken, en yüksek kül içeriği (%1.59) %50 mısır unu ilaveli örnekte tespit edilmiştir. Protein içeriği kontrol kekinde % 9.55 olarak belirlenirken, mısır unu ilaveli keklerde %7.79-10.52 arasında değişmiştir. En fazla yağ içeriği ise %7 değeri ile %50 mısır unu ilaveli örnekte bulunmuştur. Kek örneklerinin toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, ve toplam besinsel lif değerleri sırasıyla 84.50-126.33 mg kg⁻¹, %9.79-20.74, %2.96-6.10 aralıklarında artan mısır oranı ile artmıştır (Çizelge 3). Keten tohumu, ayçiçeği tohumu, brokoli yaprağı,

ve kinoa unu gibi doğal bileşenlerin kullanıldığı kek çalışmalarında da benzer sonuçlar bildirilmiştir (Kaur ve ark., 2020; Grasso ve ark., 2019; Drabinska ve ark., 2018; Aktaş ve Levent, 2018).

Çizelge 2. Buğday unu ve mısır ununun özellikleri[¶]
Table 2. Properties of wheat flour and corn flour[¶]

Özellik Property	Buğday unu Wheat flour	Mısır unu Corn flour
Nem (%)	11.52±0.15 ^a	10.79±0.18 ^b
Moisture (%)		
Kül (% w/w) [†]	0.63±0.04 ^b	1.28±0.06 ^a
Ash (% w/w) [†]		
Protein (% w/w) [†]	10.81±0.26 ^a	7.78±0.09 ^b
Protein (% w/w) [†]		
Toplam yağ (% w/w) [†]	1.19±0.03 ^b	2.33±0.08 ^a
Total fat (% w/w) [†]		
TBL (% w/w) ^{††}	1.97±0.05 ^b	3.34±0.07 ^a
TDF (% w/w) ^{††}		
TFM (mg kg ⁻¹) ^{‡§}	934.86±12.22 ^a	1063.96±16.07 ^a
TPM (mg kg ⁻¹) ^{‡§}		
Antioksidan aktivite (% inhibisyon)		
Antioxidant activity (% inhibition)	11.13±0.13 ^a	9.93±0.08 ^b
Fitik asit (mg g ⁻¹) [†]	1.35±0.06 ^b	2.48±0.04 ^a
Phytic acid (mg g ⁻¹) [†]		
L*	90.99±0.76 ^a	88.68±0.75 ^b
L*		
a*	0.63±0.01 ^b	3.07±0.03 ^a
a*		
b*	9.90±0.23 ^b	28.29±0.09 ^a
b*		

[¶]Çizelgede, aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemlidir.

[¶]In the table, differences between values shown with different letters in the same line are significant compared to the 0.05 confidence level.

[†]Kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

[†]Calculated on dry matter bases.

[‡]Toplam besinsel lif, ^{††}Total dietary fiber

[§]Toplam fenolik madde, [§]Total phenolic matter

Kek örneklerinin fitik asit içeriği 0.94-1.34 mg kg⁻¹ arasında değişmiştir. Beklendiği gibi, mısır unu kullanımı keklerin fitik asit içeriğinde önemli artışa neden olmuştur. Fitik asit, mineralleri, proteinleri ve nişastayı dolaylı veya doğrudan bağlayabilmesi nedeniyle bir antinutrient olarak kabul edilir. Bu bağlanma, bu besinlerin biyoyararlanımını veya sindirilebilirliğini olumsuz etkilemektedir. Bununla birlikte, fitik asidin antioksidan ve antikarsinogenik etkiler dâhil olmak üzere bazı sağlıklı etkileri birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Ancak, yararlı etkiler ortaya çıkarmak için insanlar için dozaj bilgisi sınırlıdır (Aktaş ve Levent, 2018).

Çizelge 3. Kek örneklerinin kimyasal ve fonksiyonel özellikleri[¶]
 Table 3. Chemical and functional properties of cake samples[¶]

Özellikler Properties	Mısır unu oranı (% w/w) Corn flour ratio (% w/w)					
	0	10	20	30	40	50
Nem (1. gün) (%) Moisture (1st day)(%)	28.27±0.68 ^b	28.51±0.59 ^b	29.05±0.43 ^{ab}	29.58±0.44 ^{ab}	29.78±0.36 ^{ab}	31.65±1.54 ^a
Nem (2. gün) (%) Moisture (2nd day)(%)	27.44±0.38 ^c	27.83±0.16 ^{bc}	28.59±0.83 ^{abc}	29.00±0.45 ^{abc}	29.31±0.20 ^{ab}	29.59±0.49 ^a
Kül (%) [†] Ash (% w/w) [†]	1.32 ±0.01 ^c	1.34±0.01 ^c	1.38±0.01 ^{bc}	1.43±0.01 ^b	1.52±0.03 ^a	1.59±0.04 ^a
Protein (% w/w) [†] Protein (% w/w) [†]	9.55±0.12 ^b	10.52±0.05 ^a	9.33±0.11 ^c	8.76±0.08 ^d	8.14±0.06 ^e	7.79±0.03 ^f
Toplam yağ (% w/w) [†] Total fat (% w/w) [†]	5.48±0.09 ^e	5.85±0.01 ^d	6.02±0.04 ^c	6.47±0.11 ^b	6.86±0.06 ^a	7.00±0.02 ^a
TFM (mg kg ⁻¹) [§] TPM (mg kg ⁻¹) [§]	84.5±0.25 ^f	88.99±0.20 ^e	101.50±0.14 ^d	109.55±0.52 ^c	118.22±0.31 ^b	126.33±0.14 ^a
Antioksidan aktivite (% inhibisyon) Antioxidant activity (% inhibition)	9.79±0.11 ^d	11.40±0.40 ^d	13.68±0.62 ^c	16.57±0.55 ^b	18.04±0.21 ^b	20.74±0.35 ^a
TBL (%) ^{††} TDF (% w/w) ^{††}	2.96±0.04 ^e	4.04±0.08 ^d	4.56±0.16 ^c	5.02±0.11 ^b	5.44±0.06 ^b	6.10±0.07 ^a
Fitik asit (mg g ⁻¹) [†] Phytic acid (mg g ⁻¹) [†]	0.94±0.06 ^c	1.02±0.04 ^{bc}	1.14±0.08 ^{abc}	1.22±0.05 ^{ab}	1.29±0.02 ^a	1.34±0.04 ^a

[¶]Çizelgede, aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemlidir.

[¶]In the table, differences between values shown with different letters in the same line are significant compared to the 0.05 confidence level.

[†]Kuru maddede hesaplanmıştır.

[†]Calculated on dry matter.

^{††}Toplam besinsel lif, ^{††}Total dietary fiber

[§]Toplam fenolik madde, [§]Total phenolic matter

Morfogeometrik özellikler

Dış görünüş bakımından kekin en önemli ölçütü hacimdir. Kek üretiminde hacim indeksi değeri, keklerin gerçek hacmini ölçmemekle beraber, keklerin hacimleri hakkında fikir verir. Simetri indeksi, keklerin üst yüzlerinin yüzey görünümünü belirlemek için kullanılır. Simetri indeksi değerinin negatif (-) olması kekin çökük (içe doğru bombeli), sıfıra yakın olması kek yüzeyinin düz (bombsesiz), pozitif (+) olması ise kek üst yüzeyinin kabarık (bombeli) olduğunu işaret eder. Tekdüzelik indeksi, keklerin yanal olarak simetrisini belirlemek için kullanılır ve bu değerın sıfır ya da sıfıra olabildiğine yakın olması istenir (İpek ve Dizlek, 2018). Mısır unu ilave edilmesi ile keklerin morfojeometrik özelliklerinde meydana gelen değişikliklere ilişkin veriler Çizelge 4'te gösterilmiştir. Kek örneklerinde, mısır unu oranının artması tekdüzelik indeksi dışındaki tüm diğer morfojeometrik özelliklerde belirgin düzeyde düşüşe neden olmuştur (P≤0.05). Daha yüksek kek hacmi, daha fazla hava kabarcığı ve CO₂ tutabilen yüksek hamur kıvamı ve viskozitesiyle ilişkilidir (Majzobi ve ark., 2016). Genel olarak, düşük hacimli kekler düşük simetri

indeksi göstermektedir (De la Hera ve ark., 2012). Mısır unu ilaveli pandispanyaların hacim değerlerindeki düşüşün; mısır unu ilavesiyle kek hamurunda oluşan zayıf gluten ağı ile birlikte hava kabarcıklarını tutan yapının zayıflamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hacim indeksi değerlerinin hacim değerleriyle uyum içerisinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Bu sonuç, keklerin hacim ve hacim indeksleri arasında doğrusal ilişki olduğunu bildiren literatürlerle de uyumlu bulunmuştur (Dizlek ve Altan, 2015; Gomez ve ark., 2008).

Farklı oranlarda mısır unu kullanılarak üretilen pandispanya kek örneklerinin simetri indeks değerleri kontrol örneğinden düşük ama pozitif (+) bulunmuştur. Buna göre kek örneklerinin çökük bir yapıda olmadıkları görülmüştür. Benzer sonuçlar Majzobi ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmada rapor edilmiştir. Tekdüzelik indeksi, iki eşit parçaya bölünen kekin merkez noktasından sağ ve sol yanlarına eşit uzaklıktaki iki noktanın yüksekliklerinin farkı alınarak ölçülür (İpek ve Dizlek, 2018; Dizlek ve Özer, 2017). Yapılan ölçümler sonucunda mısır unu ilave oranı arttıkça bu farkın kontrol kekine göre azaldığı bu

durumun istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır ($P>0.05$).

Kek örneklerinin spesifik hacim değerleri mısır unu ilavesiyle değişim göstermiş ve bu değişimi istatistiksel açıdan da önemli bulunmuştur ($P\leq 0.05$). Artan mısır unu oranı ile spesifik hacim değerleri azalmıştır. Kontrol kekinde bu değer 2.56 olarak bulunurken, mısır unu ilaveli keklerde

oran artışına bağlı olarak 1.72'den 1.36'ya düşmüştür. Morfojeometrik özelliklerde bulunan tüm sonuçlar keten tohumu unu (Kaur ve ark., 2020), patates unu (Gerçekaslan ve Boz, 2020), soya unu (Dhen ve ark., 2016) ve nohut unu (Gomez ve ark., 2008) ilaveli kek çalışmalarında bildirilen sonuçlarla yakın ve benzer bulunmuştur.

Çizelge 4. Kek örneklerinin morfojeometrik özellikleri[¶]
Table 4. *Morphogeometric properties of cake samples*[¶]

Özellikler Properties	Mısır unu oranı (% w/w) Corn flour ratio (% w/w)					
	0	10	20	30	40	50
Hacim (cm ³) Volume (cm ³)	1504.16±2.04 ^a	1451.76±2.83 ^b	1423.76±1.41 ^c	1401.96±2.22 ^d	1391.73±1.43 ^e	1352.80±1.19 ^f
Spesifik hacim (cm ³ g ⁻¹) Specific volume (cm ³ g ⁻¹)	3.51 ±0.01 ^a	3.48±0.01 ^a	3.37±0.00 ^b	3.29±0.03 ^c	3.24±0.01 ^c	3.09±0.03 ^d
Hacim indeksi (mm) Volume index (mm)	156.00±2.83 ^a	151.50±0.71 ^{ab}	149.00±1.41 ^{ab}	144.00±2.83 ^{bc}	140.00±1.41 ^c	137.50±2.12 ^c
Simetri indeksi (mm) Symmetry index (mm)	21.00±1.41 ^a	17.50±2.12 ^{ab}	15.00±1.41 ^{bc}	10.50±0.71 ^{cd}	7.50±2.12 ^d	6.00±0.00 ^d
Tekdüzelik indeksi (mm) Uniformity index (mm)	0.10±0.14 ^b	0.25±0.35 ^{ab}	0.40±0.00 ^{ab}	0.65±0.35 ^a	0.25±0.21 ^{ab}	0.20±0.00 ^b
Pişme kaybı (% w/v) Weight Loss (% w/v)	12.10±0.06 ^d	14.43±0.21 ^a	14.07±0.06 ^{ab}	13.65±0.12 ^b	12.81±0.15 ^c	11.37±0.16 ^e

[¶]Çizelgede, aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemlidir.

[¶]In the table, differences between values shown with different letters in the same line are significant compared to the 0.05 confidence level.

Renk özellikleri

Mısır unu ilave edilerek üretilen keklerin kabuk ve iç rengi özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelgede de görüldüğü üzere; kontrol örneğinin kabuk ve iç renk L* (parlaklık) değerlerinin daha düşük olduğu, mısır unu ilavesiyle kek örneklerinin L* ve b* (sarılık) değerlerinin istatistiki olarak önemli düzeyde ($P\leq 0.05$) arttığı saptanmıştır. Ayrıca mısır unu ilavesiyle keklerin kabuk a* (kırmızılık) değerlerinin azaldığı ve iç a* değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Dolayısıyla mısır unu ilavesi ve ilave oranındaki artışlar, keklerin daha parlak ve sarı renge sahip olmasına neden olmuştur. Kek içi ve kabuk a* değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu ($P\leq 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 5). Mısır unu ilavesiyle keklerin iç dokularında parlaklık ile sarılığın artmasının mısır ununun kendine has renginden

kaynaklandığı söylenebilir. Keklerin kabuk rengi; hamurun su içeriği, pH, indirgen şeker ve aminoasit miktarı, pişirme sıcaklığı, hava hızı, bağıl nemi gibi birçok etmeden etkilenmektedir (Olçay, 2019). Kek kabuklarının renk değerleri arasındaki farklar bu etmenlerdeki değişimler ile açıklanabilir. Siyah havuç unu içeren pandispanyaların kalite ve antioksidan özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, havuç unu oranının artışına bağlı olarak keklerin hem kabuk hem de iç L* ve b* renk değerlerinin arttığı, kabuk a* renk değerlerinin düştüğü ancak iç a* renk değerlerinin arttığı rapor edilmiştir (Song ve ark., 2016). Ayrıca çalışmamızda elde edilen renk sonuçları diğer araştırmacılar tarafından bildirilen sonuçlarla da benzer bulunmuştur (Ataman ve Gül, 2020; Baltacıoğlu ve ark., 2020; Grasso ve ark., 2019; Aktaş ve Levent, 2018; Guadarrama-Lezama ve ark., 2016).

Çizelge 5. Kek örneklerinin kabuk ve iç renk özellikleri[¶]
 Table 5. Crust and crumb color properties of cake samples[¶]

Mısır unu ilave oranı (% w/w) Corn flour addition ratio (% w/w)	Kabuk rengi Crust color			İç renk Crumb color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	55.61±0.22 ^e	23.38±0.38 ^a	32.79±0.26 ^f	71.30±0.17 ^f	0.38±0.01 ^c	29.49±0.06 ^e
10	57.38±0.35 ^d	21.48±0.24 ^b	33.28±0.16 ^e	74.69±0.16 ^e	0.45±0.04 ^c	33.14±0.15 ^d
20	60.84±0.45 ^c	20.68±0.27 ^b	34.62±0.24 ^d	76.44±0.08 ^d	0.58±0.02 ^b	34.28±0.25 ^d
30	63.78±0.23 ^b	18.45±0.37 ^c	36.63±0.11 ^c	79.83±0.23 ^c	0.63±0.03 ^{ab}	36.30±0.11 ^c
40	64.37±0.24 ^b	17.10±0.13 ^d	37.61±0.10 ^b	82.00±0.10 ^b	0.68±0.01 ^{ab}	39.65±0.45 ^b
50	65.50±0.36 ^a	13.29±0.28 ^e	39.24±0.17 ^a	83.38±0.20 ^a	0.75±0.03 ^a	44.25±0.42 ^a

[¶]Çizelgede, sütunlar yukarıdan aşağıya doğru incelendiğinde, farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (P≤0.05).

[¶]In the table, when the columns are examined from top to bottom the values shown with the different letters are statistically different (P≤0.05).

Tekstür özellikleri

Kek örneklerine uygulanan tekstür analizinde elastikiyet, keke uygulanan kuvvet ortadan kaldırıldıktan sonra kekin kuvvet uygulanmadan önceki haline dönme hızı; adesif yapışkanlık, kek ile kekin temas ettiği yüzey arasındaki çekim kuvvetini yenebilmesi için ortaya konulan iş olarak

tanımlanmaktadır. Sertlik, kekin sıkıştırılması sırasında ölçülen maksimum kuvvet; çiğnenebilirlik ise kekin yutulmaya hazır hale gelene kadar ağızda parçalanması için gerekli iş olarak tanımlanmaktadır (İpek ve Dizlek, 2018). Kek örneklerinin tekstür analizi sonuçlarına ilişkin değerler Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Kek örneklerinin tekstürel özellikleri[¶]
 Table 6. Textural properties of cake samples[¶]

Özellikler Properties	Mısır unu oranı (% w/w) Corn flour ratio (% w/w)					
	0	10	20	30	40	50
	1. gün 1st day					
Sertlik (N) Hardness (N)	8.68±1.56 ^c	7.00±0.38 ^c	8.42±0.68 ^c	9.47±0.42 ^{bc}	12.39±0.56 ^{ab}	14.78±0.63 ^a
Esneklik Springiness	0.92±0.00 ^a	0.92±0.00 ^a	0.91±0.00 ^a	0.89±0.00 ^b	0.88±0.01 ^b	0.86±0.00 ^c
Çiğnenebilirlik Chewiness	6.25±0.60 ^b	3.86±0.81 ^c	5.52±0.48 ^{bc}	6.00±0.08 ^{bc}	6.72±0.48 ^{ab}	8.73±0.30 ^a
Yapışkanlık Adhesiveness	0.12±0.01 ^c	0.27±0.03 ^{bc}	0.42±0.06 ^{ab}	0.46±0.03 ^a	0.50±0.01 ^a	0.57±0.04 ^a
İç yapışkanlık Cohesiveness	0.73±0.03 ^a	0.71±0.02 ^{ab}	0.68±0.01 ^{abc}	0.66±0.03 ^{bc}	0.64±0.01 ^{cd}	0.59±0.01 ^d
	2. gün 2nd day					
Sertlik (N) Hardness (N)	10.18±0.31 ^c	8.84±0.03 ^d	9.43±0.09 ^{cd}	10.35±0.32 ^c	13.65±0.28 ^b	17.90±0.03 ^a
Esneklik Springiness	0.90±0.00 ^{ab}	0.91±0.01 ^a	0.89±0.01 ^{abc}	0.88±0.01 ^{bc}	0.87±0.01 ^{cd}	0.85±0.01 ^d
Çiğnenebilirlik Chewiness	6.93 ±0.08 ^b	4.24±0.47 ^c	6.18±0.70 ^b	6.75±0.55 ^b	7.64±1.00 ^b	9.56±0.45 ^a
Yapışkanlık Adhesiveness	0.49±0.02 ^c	0.68±0.09 ^{bc}	0.75±0.03 ^{ab}	0.85±0.04 ^{ab}	0.89±0.04 ^a	0.94±0.04 ^a
İç yapışkanlık Cohesiveness	0.70±0.03 ^a	0.69±0.01 ^a	0.65±0.01 ^{ab}	0.62±0.01 ^{abc}	0.57±0.02 ^{bc}	0.54±0.02 ^c

[¶]Çizelgede, aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemlidir.

[¶]In the table, differences between values shown with different letters in the same line are significant compared to the 0.05 confidence level.

Hamur formülüne mısır unu ilavesi keklerin sertliğini artırmıştır. Mısır unu ilaveli keklerin küçük hacimli olması bu azalmaya neden olmuş olabilir. Çünkü küçük hacim daha sıkı (yoğun) bir yapı oluşturduğundan sıkılaşmaya karşı daha fazla direnç göstermeye neden olmaktadır. En düşük sertlik değerinin kontrol örneğinde gözlemlendiği, mısır unu oranının artışı ile doğru orantılı olarak keklerin sertlik değerinin önemli ölçüde ($P \leq 0.05$) arttığı saptanmıştır. Ayrıca kek örneklerinin sertlik değerleri depolama süresi ile artmıştır. Sertlik değerleriyle de uyumlu olarak mısır unu ile üretilen keklerin yutulmaya hazır hale gelene kadar ağızda parçalanmaları için gerekli iş miktarının (çiğnenebilirlik), bileşiminde mısır unu ihtiva etmeyen kontrol örneğinden daha fazla olduğu görülmüştür. Keklerin çiğneme değerlerinde ilk güne göre 2. gün artış olmuştur. Çiğneme değerinde en yüksek artış % 50 mısır unu içeren örnekte saptanmıştır (Çizelge 6). Patates ununun kek formülasyonuna dâhil edildiği bir çalışmada çiğneme için benzer bir sonuç tespit edilmiştir (Gerçekaslan ve Boz, 2020).

Çizelge 6 incelendiğinde, mısır unu ilave edilerek üretilmiş keklerin kontrol kekine göre daha az esnek oldukları görülmektedir. Mısır unu ilaveli kek örneklerinin ilk gündeki esneklik değerleri ile 2. gün değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Mısır unu ilave oranının artışına bağlı olarak hem 1. günde hem de 2. günde keklerin esneklik değerlerinde önemli bir düşüş olduğu görülmüştür. İkinci günde değerlerin, birinci güne göre düştüğü de tespit edilmiştir. Mısır unu kullanımının sertlik artırıcı etkisinden dolayı esneklik değerini düşürdüğü düşünülmektedir.

İç yapışkanlık değerinin ürünün nem seviyesi ile yakından ilişkili olduğu ve depolama sırasında nem kaybına bağlı olarak azaldığı bildirilmiştir (Yalçın ve Şeker, 2016). Farklı oranlarda mısır unu kullanılmasının keklerin iç yapışkanlık (bağlılık) değerleri üzerindeki etkisi önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuş olup, mısır unu katkı oranı arttıkça keklerin iç yapışkanlık değerlerinin düştüğü yani daha az yapışkan oldukları belirlenmiştir. Bu durumun buğday unu yerine ikame edilen mısır

ununun kek iç yapısını bozmasına bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir. Gerçekaslan ve Boz (2020), patates ununun kek üretiminde kullanımının kek kalite parametrelerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında patates unu ilave oranının artışına bağlı olarak keklerin sertlik, esneklik ve çiğnenebilirlik değerlerinde artış, iç yapışkanlık değerlerinde düşüş olduğunu saptamışlardır. Çalışmamızda tekstürel özelliklere ilişkin saptanan sonuçlar, diğer bazı çalışmalarda (Marchetti, 2018; Guadarrama-Lezama ve ark., 2016; Kim ve Cho, 2010; Chung ve Kim, 2009) saptanan sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

Duyusal özellikler

Mısır unu ilaveli kek örneklerinin duyu özelliklerine verilen puanlara ilişkin ortalama değerler Çizelge 7'de verilmiştir. Mısır unu ilavesi örneklerin tüm duyu özelliklerinde önemli değişikliklere ($P \leq 0.05$) neden olmuştur. Çizelge 7 incelendiğinde keklerin panelistlerden aldıkları ortalama kabuk renk değerleri 3.50 ile 3.85 arasında değişmiştir. En yüksek kabuk rengi puanı %40 mısır unu ilaveli kek örneğine verilmiştir. Mısır unu ilaveli keklerin iç renk değerlerinin 3.50 ile 4.55 arasında değiştiği ve en yüksek puanı %20 mısır unu ilaveli kek örneğinin aldığı görülmüştür.

Keklerin gözenek yapısı için aldıkları ortalama puanlar 3.10 ile 3.65 arasında değişmiştir. Kek yumuşaklığı puanlarına bakıldığında ise en yüksek puan (4.40) %10 mısır unu ilaveli kek örneğinde görülmektedir. Tat-aroma özelliği ile ilgili olarak en yüksek puanı 4.05 değeri ile %40 mısır unu ilaveli örnek almıştır. Diğer mısır unu ilaveli kekler tat-aroma açısından kendi aralarında artan azalan değerler alırken en düşük puanı (3.20) %10 mısır unu ilaveli kek örneği almıştır. Duyusal analizle belirlenen ağız hissi bakımından %40 mısır unu ilaveli örnek en yüksek puanı (3.95) alırken, %20 mısır unu ilaveli örnek ise en düşük puanı (3.15) almıştır.

Keklere genel kabul edilebilirlik açısından verilen puanlar 2.90 ile 4.05 değerleri arasında değişmiştir. Genel kabul edilebilirlik bakımından %40 mısır unu ilaveli kek örneği en fazla beğeni alırken, en düşük beğeniyi kontrol örneği almıştır.

Mısır unu ilaveli keklerin renk, tat-aroma ve ağız hissi özellikleri açısından yüksek puan alması aynı zamanda keklerin genel kabul edilebilirliğini de olumlu etkilemiştir. Bu da mısır unu ilaveli

keklerin rahatlıkla tüketilebileceğini yani mısır ununun kek formülasyonlarında kullanılabileceğini göstermiştir.

Çizelge 7. Kek örneklerinin duyu özellikleri[¶]

Table 7. Sensory properties of cake samples[¶]

Özellikler Properties	Mısır unu oranı (% w/w) Corn flour ratio (% w/w)					
	0	10	20	30	40	50
Kabuk rengi Crust color	3.75±0.07 ^{ab}	3.65±0.07 ^{ab}	3.65±0.07 ^{ab}	3.50±0.00 ^b	3.85±0.07 ^a	3.75±0.07 ^{ab}
İç renk Crumb color	3.60±0.14 ^{bc}	4.10±0.14 ^{ab}	4.55±0.07 ^a	4.10±0.14 ^{ab}	3.70±0.07 ^{bc}	3.50±0.07 ^c
Gözenek yapısı Pore structure	3.50±0.00 ^a	3.65±0.21 ^a	3.65±0.07 ^a	3.45±0.07 ^{ab}	3.10±0.00 ^b	3.30±0.14 ^{ab}
Kek yumuşaklığı Cake softness	2.80±0.07 ^d	4.40±0.14 ^a	3.65±0.07 ^b	3.30±0.00 ^{bc}	2.95±0.07 ^{cd}	2.70±0.07 ^d
Tat-aroma Taste-aroma	3.25±0.07 ^c	3.20±0.14 ^c	3.30±0.00 ^c	3.70±0.00 ^b	4.05±0.07 ^a	3.90±0.07 ^{ab}
Ağız hissi Mouthfeel	3.50±0.00 ^{bc}	3.25±0.07 ^{cd}	3.15±0.07 ^d	3.70±0.14 ^{ab}	3.95±0.07 ^a	3.75±0.07 ^{ab}
Genel kabuledilebilirlik Overall acceptability	2.90±0.14 ^d	3.10±0.14 ^{cd}	3.55±0.07 ^{bc}	3.95±0.07 ^{ab}	4.05±0.07 ^a	3.80±0.14 ^{ab}

[¶]Çizelgede, aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.05 güven sınırına göre önemlidir.

[¶]In the table, differences between values shown with different letters in the same line are significant compared to the 0.05 confidence level.

Sonuçlar

Bu çalışmada, mısır unu ilavesinin kek kalitesine etkisi araştırılmıştır. Kek formülasyonuna mısır unu eklenmesi; kül, yağ, besinsel lif, toplam fenolik madde ve antioksidan içeriği bakımından örneklerin besin değerini (fonksiyonel özelliğini) artırmıştır. Mısır ununun kendine has rengi keklerin daha parlak ve daha sarı renkte görünmesine neden olmuştur. Kek örneklerinin tekstürel parametre değerlerinde mısır unu ilavesine bağlı olarak önemli değişimler saptanmıştır. Kontrol örneğine göre daha sert, daha sıkı ve çiğnenebilirliği zor kekler elde edilmiştir. Farklı oranlarda mısır unu kullanılarak üretilen pandispanya kek örneklerinin simetri indeks değerleri kontrol örneğinden düşük ama pozitif (+) bulunmuştur. Buna göre kek örneklerinin çökük bir yapıda olmadıkları ancak kontrole göre daha düşük hacimli oldukları görülmüştür. Mısır unu ilavesi örneklerin tüm duyu özelliklerinde kek yumuşaklığı hariç herhangi bir olumsuz değişikliğe neden olmamış ve kekler genel olarak beğenilmiştir. Sonuç olarak, mısır ununun kek formülasyonunda kullanımının

özellikle besinsel özellikleri (toplam besinsel lif, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite) arttırdığı ve mısır ununun kek zenginleştirilmesinde fonksiyonel bir katkı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

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

Yazar Katkısı: Mehmet KÖTEN araştırmayı tasarlayarak makalenin kavramsallaştırma, metodoloji, biçimsel analiz, yazma–orijinal taslak, yazma–inceleme, düzenleme ve görselleştirmesine katkı sunmuştur. Ahmet Sabri ÜNSAL makaleye metodoloji, biçimsel analiz, istatistiksel analiz ve görselleştirme olarak katkı sağlamıştır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

Kaynaklar

- AACC, (2010). *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. Approved Methods of Analysis 11th Edition, Cereals & Grains Association: St. Paul, MN, U.S.A.
- Algül, I. (2012). *Mısır ununda aflatoksin, oflatoksin A ve ağır*

- metal içeriklerinin belirlenmesi ve kemometrik olarak değerlendirilmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Aktaş, K. & Levent, H. (2018). The effects of Chia (*Salvia hispanica* L.) and Quinoa flours on the quality of rice flour and starch based-cakes. *Gıda*, 43(4), 644–654. doi:10.15237/gida.GD18032
- Argun, M. Ş. (2016). *Ülkemizde yetiştirilen bazı mısır çeşitlerine uygulanan alkali pişirme işleminin mısır unlarının karakteristik özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Ataman, Ç. & Gül, H. (2020). Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(4), 308-316.
- Baltacıoğlu, C., Temizsoy, B., Kanbur, M., Doğan, M. & İbili, S. (2020). Hindiba (*Cichorium intybus* L.) kökü ekstraktı ve trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) tozunun kek üretiminde kullanılması ve kalite parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 297-307. doi:10.28948/ngumuh.623417
- Chung, Y.S. & Kim, D.J. (2009). Quality characteristics of sponge cake with pakchoi (*Brassica Campestris* L. Ssp. *Chinensis* Jusl.) powder. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 38(7), 914-919. doi:10.3746/jkfn.2009.38.7.914
- De la Hera, E., Ruiz-París, E., Oliete, B. & Gómez, M. (2012). Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours. *LWT-Food Science and Technology*, 49(1), 48–54. doi:10.1016/j.lwt.2012.05.009
- Dhen, N., Román, L., Ben Rejeb, I., Martínez, M.M., Garogouri, M. & Gómez, M. (2016). Particle size distribution of soy flour affecting the quality of enriched gluten-free cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 179–185. doi:10.1016/j.lwt.2015.10.032
- Dizlek, H. (2015). Effects of amount of batter in baking cup on muffin quality. *International Journal of Food Engineering*, 11(5), 629–640. doi:10.1515/ijfe-2015-0066
- Dizlek, H. & Özer, M.S. (2017). The effects of various ratios of sunflower oil and surfactant on household type cake quality. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(1), 173–181. doi:10.1007/s11694-017-9628-9
- Dizlek, H. & Altan, A. (2015). Determination of sponge cake volume with a mathematical method. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7(4), 551–557. doi:10.3920/qas2014.0463
- Drabińska, N., Ciska, E., Szmatołowicz, B. & Krupa-Kozak, U. (2018). Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes. *Food Chemistry*, 267, 170–177. doi:10.1016/j.foodchem.2017.08.119
- Emmanuel, K. & Sackle, A. (2013). Nutritional and sensory analysis of millet based sponge cake. *International Journal of Nutrition and Food Science*, 2(6), 287-293. doi:10.11648/j.ijnfs.20130206.14
- Gerçekaslan, K. E. & Boz, H. (2020). Effect of potato flour substitute to wheat flour on the physical quality properties of cupcake. *Gıda*, 45(2), 390-396. doi:10.15237/gida.GD20018
- Gomez, M., Oliete, B., Rosell, C.M., Pando, V. & Fernandez, E. (2008). Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour blends. *LWT-Food Science and Technology*, 41(9), 1701–1709. doi:10.1016/j.lwt.2007.11.024
- Grasso, S., Lui, S. & Methven, L. (2019). Quality of muffins enriched with upcycled defatted sunflower seed flour. *LWT-Food Science and Technology*, 119, 108893. doi:10.1016/j.lwt.2019.108893
- Guadarrama-Lezama, A.Y., Carrillo-Navas, H., Pérez-Alonso, C., Vernon-Carter, E.J. & Alvarez-Ramirez, J. (2016). Thermal and rheological properties of sponge cake batters and texture and microstructural characteristics of sponge cake made with native corn starch in partial or total replacement of wheat flour. *LWT-Food Science and Technology*, 70, 46–54. doi:10.1016/j.lwt.2016.02.031
- Haug, W. & Lantzsch, H. J. (1983). Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426. https://doi.org/10.1002/jsfa.2740341217
- İnceer, N.E. (2011). *Mısır bulgurunun bazı besinsel ve teknolojik özellikleri üzerine farklı olum devrelerinin ve bazı mısır varyetelerinin etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- İpek, T. & Dizlek, H. (2018). Farklı form ve oranlarda yerfistiği ürünleri kullanılmasının top kek kalitesine etkisi. *Gıda*, 43(4), 591–604. doi:10.15237/gida.GD18027
- Kaur, A., Kaur, R. & Bhise, S. (2020). Baking and sensory quality of germinated and ungerminated flaxseed muffins prepared from wheat flour and wheat atta. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(1), 109–120. doi:10.1016/j.jssas.2018.07.002
- Kaur, R. & Kaur, M. (2018). Microstructural, physicochemical, antioxidant, textural and quality characteristics of wheat muffins as influenced by partial replacement with ground flaxseed. *LWT-Food Science and Technology*, 91, 278–285. doi:10.1016/j.lwt.2018.01.059
- Kılınççeker, O. & Hepsağ, F. (2010). Kaplama malzemesi olarak mısır unlarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2), 20-27.
- Kim, C.H. & Cho, K.R. (2010). Quality characteristics of sponge cakes made with different quantities of broccoli powder. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 42(2), 459-467.
- Lee, S.C., Prosky, L. and Devries, J.W. (1992). Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods-enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: Collaborative study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 75, 395–416. ISSN : 1060-3271
- Majoobi, M., Poor, Z.V., Jamaljan, J. & Farahnaky, A. (2016). Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 1369–1377.

- doi:10.1111/ijfs.13104
- Marchetti, L., Califano, A.N. & Andrés, S.C. (2018). Partial replacement of wheat flour by pecan nut expeller meal on bakery products. Effect on muffins quality. *LWT- Food Science and Technology*, 95, 85–91. doi:10.1016/j.lwt.2018.04.050
- Olçay, N. (2019). *Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım imkânları*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., Devries, J.W. & Furda, I. (1992). Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products, Collaborative study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 75, 360–367.
- Prosky, L., Asp, N.G., Schweizer, T.F., Devries, J.W. & Furda, I. (1988). Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products, interlaboratory study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 71, 1017–1023.
- Song, K.Y, O, H., Zhang, Y. & Kim, Y.S. (2016). Quality characteristics and antioxidant properties of sponge cakes containing black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atorrubens* Alef) flour. *Progress in Nutrition*, 18(2), 176–183.
- Volpini-Rapina, L.F., Sokei, F.R. & Conti-Silva, A.C. (2012). Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose. *LWT-Food Science and Technology*, 48(1), 37–42. doi:10.1016/j.lwt.2012.03.008
- Yalçın, M.Y. & Şeker, M. (2016). Effect of salt and moisture content reduction on physical and microbiological properties of salted, pressed and freeze dried turkey meat. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 153-159. doi:10.1016/j.lwt.2015.12.032



Overwintering insect (Arthropoda: Insecta) biodiversity in pistachio orchards of the Middle Euphrates Valley, Turkey

Orta Fırat Vadisinde antepfıstığı bahçelerinde kışlayan böcek (Arthropoda: Insecta) biyoçeşitliliği

Yeliz SABUNCU¹ , Mehmet MAMAY^{2*} , İnanç ÖZGEN³ 

^{1,2}Plant Protection Department, Agricultural Faculty, Harran University, Şanlıurfa, Turkey

³Bioengineering Department, Engineering Faculty, Fırat University, Elazığ, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0001-9713-7617>; ²<https://orcid.org/0000-0003-3723-5228>; ³<https://orcid.org/0000-0003-1742-9324>

ABSTRACT

To cite this article:

Sabuncu, Y., Mamay, M. & Özgen, İ. (2021). Overwintering insect (Arthropoda: Insecta) biodiversity in pistachio orchards of the Middle Euphrates Valley, Turkey. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 185-192.
DOI: 10.29050/harranziraat.884529

***Address for Correspondence:**
Mehmet MAMAY
e-mail:
mehmetmamay@hotmail.com

Received Date:

22.02.2021

Accepted Date:

07.05.2021

This study was conducted to determine the overwintering insect biodiversity in pistachio orchards of the Middle Euphrates Valley, Turkey during 2017 and 2018 by artificial overwintering shelters. Artificial overwintering shelters were established in five pistachio orchards in Şehirbağı, Karabaş, Meyanca, Baraj and Ekenek locations. Ten trees were selected within each orchard and five of these were covered with a burlap sack and the rest were covered with corrugated cardboard through September and January. Twenty insect species belonging to 15 families and 4 orders were recorded from the studied orchards. These recorded species were; *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae), *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777) (Coleoptera: Coccinellidae), *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae), *Scymnus rubromaculatus* (Goeze, 1777), *Loraphodius suarius* (Falderman, 1835) (Coleoptera: Aphodiidae), *Drasterius bimaculatus* (Rossi, 1790) (Coleoptera: Elateridae), *Hermaeophaga (=Orthocrepis) ruficollis* (Lucas, 1849) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Bangasternus orientalis* (Capiomont, 1873) (Coleoptera: Curculionidae), *Aulacobaris coerulescens* (Scopoli, 1763) (Coleoptera: Curculionidae), *Capnodis carbonaria* (Klug, 1829) (Coleoptera: Buprestidae), *Tentyria euphratica* (Girard 1966) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Malachius rubidus* (Erichson, 1840) (Coleoptera: Malachiidae), *Piezodorus lituratus* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), *Liorhyssus hyalinus* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Rhopalidae), *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae), *Eurygaster integriceps* (Puton, 1881) (Hemiptera: Scutelleridae), *Centrocoris volxemi* (Puton, 1878), (Hemiptera: Coreidae), *Geocoris luridus* (Fieber, 1844) (Heteroptera: Lygaeidae), *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Schistocerca gregaria* (Forskol, 1775) (Orthoptera: Acrididae). The results revealed that burlap sack and corrugated cardboard artificial winter shelters can be used to monitor harmful and beneficial insect fauna overwintering in fruit orchards. The results provide empirical information on the existence of overwintering insect species in pistachio orchards. Thus, integrated pest management strategies should be developed for the pistachio orchards in the study area based on these results.

Key Words: Pistachio, Insect fauna, Biodiversity, Euphrates, Overwintering

ÖZ

Bu çalışma, Orta Fırat Vadisi'ndeki antepfıstığı bahçelerinde yapay kışlama barınakları kullanılarak kışlayan böcek biyoçeşitliliğinin belirlenmesi amacıyla 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Yapay kışlama barınakları Şehirbağı, Karabaş, Meyanca, Baraj ve Ekenek lokasyonlarında birer antepfıstığı bahçesinde kurulmuştur. Bu amaçla Eylül-Ocak ayları arasında her bahçeden seçilen on ağaçtan beşinin gövdesine telis çuvalı, beşine de oluklu karton mukavva sarılmıştır. Çalışma sonucunda 4 takıma ait 15 familyadan toplam 20 böcek türünün Orta Fırat Vadisi'ndeki antepfıstığı bahçelerinde kışı geçirdiği belirlenmiştir. Bu türler;

© 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.

Oenopia conglobata (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae), *Hippodamia variegata* (Goeze, 1777) (Coleoptera: Coccinellidae), *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae), *Scymnus rubromaculatus* (Goeze, 1777), *Loraphodius suarius* (Falderman, 1835) (Coleoptera: Aphodiidae), *Drasterius bimaculatus* (Rossi, 1790) (Coleoptera: Elateridae), *Hermaeophaga (=Orthocrepis) ruficollis* (Lucas, 1849) (Coleoptera: Chrysomelidae), *Bangasternus orientalis* (Capiomont, 1873) (Coleoptera: Curculionidae), *Aulacobaris coerulescens* (Scopoli, 1763) (Coleoptera: Curculionidae), *Capnodis carbonaria* (Klug, 1829) (Coleoptera: Buprestidae), *Tentyria euphratica* (Girard, 1966) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Malachius rubidus* (Erichson, 1840) (Coleoptera: Malachiidae), *Piezodorus lituratus* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae), *Liorhyssus hyalinus* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Rhopalidae), *Dolycoris baccarum* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae), *Eurygaster integriceps* (Puton, 1881) (Hemiptera: Scutelleridae), *Centrocoris volxemi* (Puton, 1878), (Hemiptera: Coreidae), *Geocoris luridus* (Fieber, 1844) (Heteroptera: Lygaeidae), *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) ve *Schistocerca gregaria* (Forskol, 1775) (Orthoptera: Acrididae). Çalışma, meyve bahçelerinde kışlayan faydalı ve zararlı böcek faunasının yapay kışlama barınaklarıyla belirlenebileceğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, antepfıstığı bahçelerinde kışlayan böcek türleri belirlenmiş olup hem faydalıların korunması hem de zararlıların entegre mücadeleleri konusunda stratejiler geliştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Antepfıstığı, Böcek faunası, Biyoçeşitlilik, Fırat, Kışlama

Introduction

Pistachio, *Pistacia vera* L. (Anacardiaceae) is a cash crop that grows between 30-45° parallels of the northern and southern hemispheres of the world (Tekin et al., 2001). Pistachio was first cultivated in the south-eastern Anatolia during The Hittite Era and then spread to Spain, Italy, Sicily, Southern France and North Africa in the Mediterranean basin. Furthermore, it has been reported that the fruits are cultivated in Iran, Afghanistan and India where wild species of pistachio are found (Özbek, 1978).

Turkey is an important producer of pistachio nuts. Turkey is the third biggest producer of pistachio in the world after Iran and USA (FAO, 2021). Southeastern Anatolia region, including Middle Euphrates Valley in Şanlıurfa Province, which supplies ~90% of the pistachio production of the country (TUIK, 2021). The Middle Euphrates Valley has a special role in pistachio cultivation in Turkey.

There are numerous pests infesting pistachio orchards, which negatively affect its production. A large number of harmful and beneficial insect species have been reported from pistachio orchards and some of the reported harmful insect species cause significant economic damages (Mart et al., 1995). Günaydın (1978) identified 22 insect species from pistachio orchards in southeastern Anatolia and reported *Chaetoptelius vestitus* (Mulsant & Rey, 1861) (Coleoptera: Scolytidae), *Kermania pistaciella* Amsel (Lepidoptera: Tineidae), *Idiocerinus stali* Fleb.

(Hemiptera: Cicadellidae) and *Megastigmus pistaciae* Walker (Hymenoptera: Torymidae) as important harmful species.

In another study, 70 harmful insects species belonging to 33 families in 7 orders, and 47 beneficial insect species belonging to 17 families in 4 orders were reported from pistachio orchards in Southeastern Anatolia region along with 3 harmful mite species (Bolu, 2002). In addition, many beneficial insect species as predators or parasitoids have been identified from pistachio orchards as Bolu (2004) identified 22 predatory coccinellid species in pistachio orchards of Southeastern Anatolia region of the country.

Some of arthropods spend winter in the orchards. However, limited studies have been conducted on overwintering insects in pistachio orchards in Turkey (Mamay et al., 2020). The Araneae order was the most caught with a rate of 99.15% in the Arachnida class and the Coleoptera order was the most caught with a rate of 43.03% in the Insecta class in the study to determine the overwintering Arthropod fauna in cherry orchards in Izmir and Manisa in 1999-2001 (Tezcan et al., 2006).

Yanık et al. (2011) collected *Oenopia conglobata* L. (Coleoptera: Coccinellidae), *Picocoris luridus* Fieb. (Hemiptera: Lygaeidae), Spiders, *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), *Deraeocoris pallens* Reuther (Hemiptera: Miridae) and pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* Burck. and Laut. (Hemiptera: Psyllidae) from overwintering

shelters in almond orchards in Şanlıurfa Province, Turkey. In the same study, researchers determined that *D. pallens* emerged first from hibernation and the spiders completed their emergence by late April.

Pistachio is a cash crop and ranks first in terms of economic importance in Southeastern Anatolian region, including the Middle Euphrates Valley in Şanlıurfa province. However, no study has reported overwintering insect fauna from the pistachio orchards in the region. This study determined overwintering harmful and beneficial insect biodiversity by artificial overwintering shelters in pistachio orchards of the Euphrates Valley in Şanlıurfa province of Turkey. The results will provide empirical information for the integrated pest management of the identified species from the region.

Materials and Methods

This study was conducted in pistachio orchards of Middle Euphrates Valley in Şanlıurfa province of Turkey from September 2017 to February 2018 including winter season. Five pistachio orchards were selected in five locations, including

Şehirbağı, Karabaş, Meyanca, Baraj and Ekenek locations in the province. The characteristics of the orchards selected for the study are given in Table 1. The orchards in Şehirbağı, Karabaş and Baraj irrigated with a drip irrigation system while there is no irrigation in Meyanca and Ekenek. In addition, plant pattern in Şehirbağı, Karabaş and Baraj was generally composed of only pistachios while in Meyanca and Ekenek barley and lentil were grown along with pistachios were grown in large areas.

Şanlıurfa is located in Southeastern Anatolia region, Turkey. Summers are hot and dry with temperatures >30 °C. Spring and autumn seasons are generally mild; however, sudden heat and cold episodes are frequently observed in the region.

The main materials used in the study were, linen sacks and corrugated cardboards set up as overwintering shelters for harmful and beneficial insects in pistachio orchards. In addition, a mouth aspirator, 70% alcohol, Eppendorf tubes, brushes of various thicknesses, transparent polyethylene bags, a GPS tracking device (or tracker), plastic jars and other laboratory materials were used.

Table 1. Background information on the selected pistachio orchards for the study in Middle Euphrates Valley, Şanlıurfa province during 2017-2018 years

Locations	Coordinates	Area (m ²)	Altitude (m)	Age (year)	Variety
Şehirbağı	37° 14' 31.956" N 37° 57' 45.2442" E	12.000	355	35	Uzun, Kırmızı
Karabaş	37° 6' 39.9456" N 38° 0' 52.416" E	25.000	631	25	Uzun, Kırmızı
Baraj	37° 5' 43.4148" N 37° 52' 1.7292" E	15.000	360	40	Uzun, Kırmızı
Ekenek	37° 8' 16.2414" N 38° 10' 18.84" E	30.000	700	40	Uzun, Kırmızı
Meyanca	37° 8' 43.569" N 38° 8' 45.5922" E	40.000	681	35	Uzun, Kırmızı

Artificial overwintering shelter traps were established in the selected orchards. For this purpose, ten trees were selected within each orchard and five of these were covered with a burlap sacks and the remaining five were covered with a corrugated cardboard (Figure 1). The

burlap sack and corrugated cardboards were wrapped around the tree stems to create overwintering habitats through September to end of January (Mamay et al., 2020). Insects were collected from artificial shelters at the end of January before emerging from overwintering.

Collected insect species were grouped and counted according to their taxonomy. Then, these

species were appropriately preserved, tagged and diagnosed by subject experts.



Figure 1. Artificial overwintering shelters established on pistachio trees.

Results and Discussion

Twenty insect species belonging to 15 families in 4 orders were recorded (Table 2).

The identified species belonged to Coleoptera, Hemiptera, Neuroptera and Orthoptera orders.

Table 2. Insect biodiversity overwintered in pistachio orchards of the Middle Euphrates Valley in Şanlıurfa province during 2017-2018.

Order	Family	Species	Meyanca		Karabaş		Baraj		Bağlarbaşı		Ekenek	
			BS	CC	BS	CC	BS	CC	BS	CC	BS	CC
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tentyria euphratica</i>			1				3	3	1	
	Coccinellidae	<i>Hippodamia variegata</i>	7	20				10	2			
		<i>Oenopia conglobata</i>	192	380	17	88	12	229	34	134	210	194
		<i>Coccinella septempunctata</i>						2			1	
		<i>Scymnus rubromaculatus</i>	5	10				8				3
	Elateridae	<i>Drasterius bimaculatus</i>	1									
	Buprestidae	<i>Capnodis carbonaria</i>					1	2				
	Chrysomelida	<i>Hermaeophaga ruficallis</i>		5							5	3
	Curculionidae	<i>Bangasternus orientalis</i>				2						3
		<i>Aulacobaris coerulea</i>			1							
Scarabaeidae	<i>Loraphodius suarius</i>			3		5			1			
Malachidae	<i>Malachius rubidus</i>			1								
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Piezodorus lituratus</i>	6	7			1	1			7	3
		<i>Dolycoris baccarum</i>	5	3							2	3
	Scutelleridae	<i>Eurygaster integriceps</i>	1	2							3	3
	Lygaeidae	<i>Geocoris luridus</i>		52		6			3	1	3	24
	Coreidae	<i>Centrocoris volxemi</i>	3	4								5
Rhopolidae	<i>Liorhyssus hyalinus</i>				2							
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	5	8	11	3	4	27	27	52	13	5
Orthoptera	Acrididae	<i>Schistocerca gregaria</i>	15			1	1					

BS: Burlap Sack,

CC: Corrugated Cardboard

Coleoptera was the most frequently observed order in pistachio orchards. Insects mostly preferred corrugated cardboard for wintering.

Nevertheless, there is no difference among the number of species trapped by burlap sack and cardboard (Table 2). Similarly, Yanık et al. (2011)

noted many natural enemies and several pests on wild almond located on the border of pistachio orchards caught by corrugated cardboard during winter season.

In addition, it has been determined that the

number of species in Meyanca and Ekenek locations were higher than those of other locations since the agronomic practices in these orchards were not properly opted.

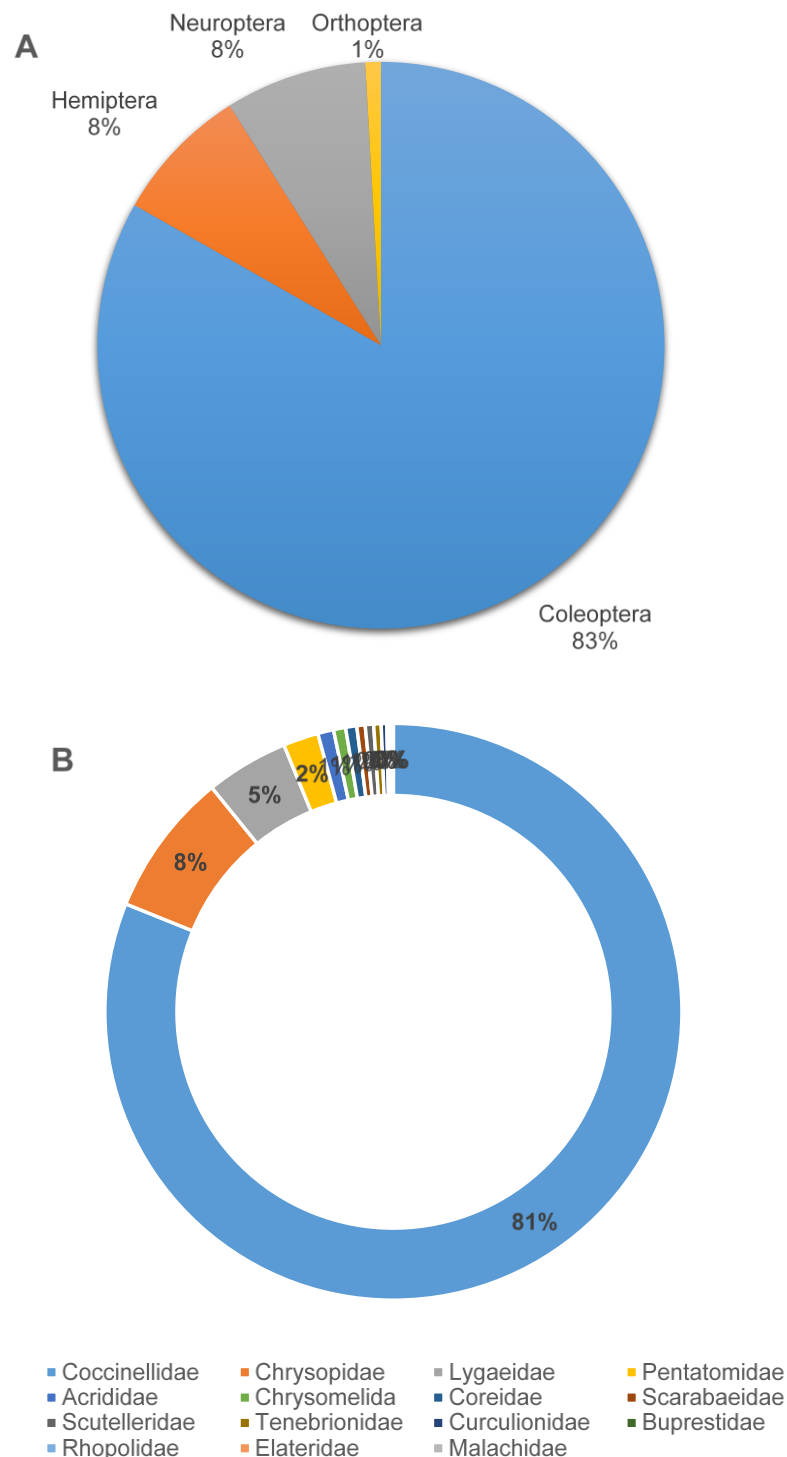


Figure 2. Insect biodiversity based on orders (A) and Families (B) overwintered in pistachio orchards of the Middle Euphrates Valley in Şanlıurfa province during 2017-2018.

Coleoptera preferred overwintering shelters with 1599 individuals of 12 species belonging to 8

families and had 83% share in the overall insect biodiversity (Figure 2). The species in

Coccinellidae family belonging Coleoptera were the most common and overwintered in corrugated cardboards. Similarly, *O. conglobata* with 1490 individuals was the most abundant species (Figure 3). Supporting this result, Mamay and Şimşek (2017) reported that *O. conglobata* is one of the important natural enemies of insect pests in pistachio orchards. Mehrnejad (2020) reported that *Polydrosus davatchii* Hoffman, *Chaetoptelius vestitus* (Mulsant & Rey, 1861), *Capnodis cariosa* Hauseri and *Calchaenesthes pistacivora* Holzschuh from Coleoptera order in pistachio orchards of Iran. Similarly, Mamay and Şimşek (2017) noted many natural enemies belonging to Coleoptera order in pistachio orchards of Southeastern Anatolia, including *O. conglobata*, *Coccinella septempunctata* L., *Hyperaspis quadrimaculata* Redt., *Pharoscymnus pharoides* Marseul, *Hippodamia variegata* Goeze, *Scymnus* spp. and *Stethorus gilvifrons* Muls.

Hemiptera was the second most common overwintered order in pistachio orchards with 6 species, 150 individuals and 8% share in the recorded biodiversity (Table2; Figure 1). *Geocoris*

luridus from Lygaeidae family preferred to overwinter in artificial corrugated cardboard shelters like Coccinellidae species, while there were no differences between burlap and corrugated cardboard traps in terms of preferences of other species. Earlier studies found *G. luridus* as widespread predator in pistachio orchards of Turkey (Şimşek & Bolu, 2016; Mamay & Şimşek, 2017)

Another important order, Neuroptera, densely overwintered in pistachio orchards of the studied locations. Although *C. carnea* was the only species in Neuroptera identified in artificial overwintering shelters, it was more than the total individual number of 6 species in the order Hemiptera with 155 individuals (Figure 2). The number of *C. carnea* individuals in corrugated cardboards was higher in some locations, in general, there was no significant difference in wintering shelter selection. Studies conducted in the same region have reported that *C. carnea* is widely found in both pistachio orchards and other fruit plantations (Şimşek & Bolu, 2016; Mamay et al., 2018).

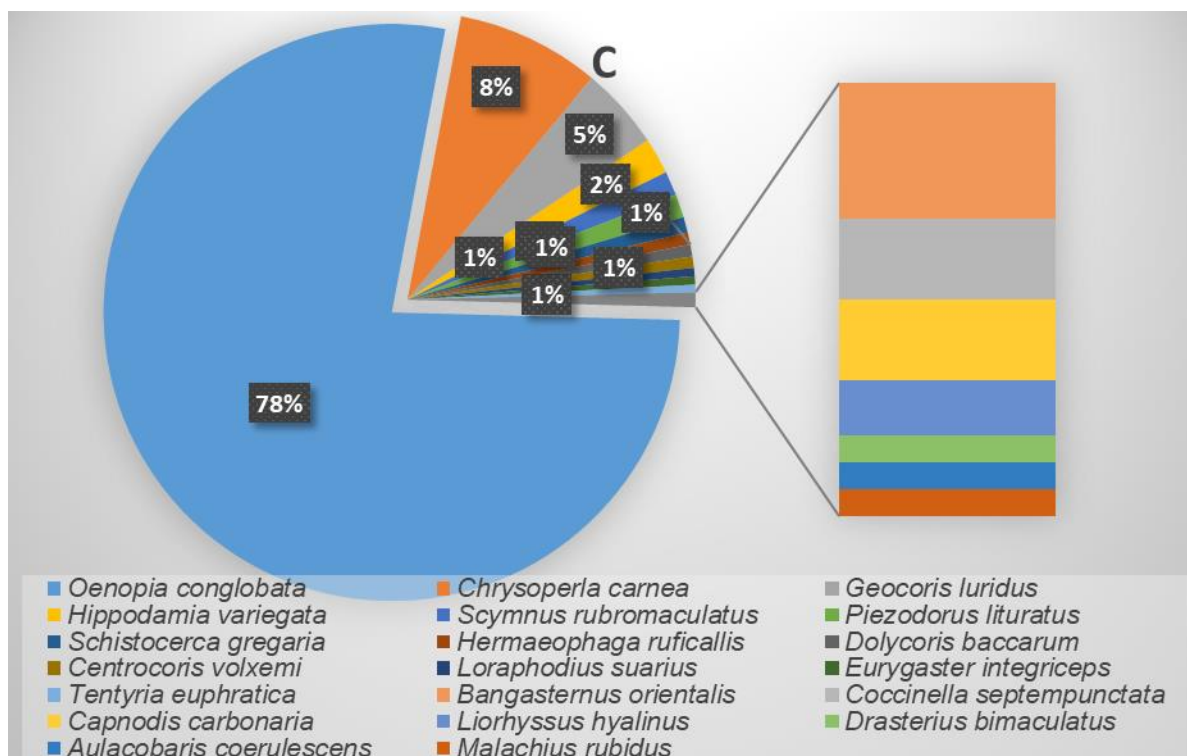


Figure 3. Insect species ratio overwintered in pistachio orchards of the Middle Euphrates Valley in Şanlıurfa province during 2017-2018.

It is worth mentioning that density of predatory species in Meyanca and Ekenek orchards was higher than other locations. This situation is attributed to the fact that these orchards were neglected, and pesticides were not applied for pest control. It is thought that the grain pest *P. luridus*, *D. baccarum* and *E. integriceps*, which were detected in Meyanca and Ekenek locations, came from the barley and lentil fields nearby. Many studies have reported that aforementioned pests cause significantly damage to red lentil, wheat and barley fields (Mutlu et al., 2016; Mutlu et al., 2018a; Mutlu et al., 2018b). Since plant pattern in Şehirbağı, Karabaş and Baraj was generally composed of only pistachios while in Meyanca and Ekenek barley and lentil along with pistachios were grown in large areas. Moreover, the orchards in Şehirbağı, Karabaş and Baraj irrigated with a drip irrigation system while there is no irrigation in Meyanca and Ekenek. The aforementioned agricultural style and crop pattern are thought to have an impact on insect biodiversity.

Among the species trapped in overwintering shelters, *B. orientalis*, *A. coerulescens*, *H. ruficollis* and *L. suarius* were identified for the first time from the Şanlıurfa fauna.

Conclusion

This study revealed overwintering harmful and beneficial insect biodiversity in pistachio orchards of the Middle Euphrates Valley in Şanlıurfa province, Turkey. It was revealed that burlap sack and corrugated cardboard artificial winter shelters could be used to monitor harmful and beneficial insect fauna in fruit orchards.

Artificial wintering shelters can be used as mechanical control strategy by collecting and eliminating overwintering pests. Furthermore, allowing harmful pests to spend winter in these shelters would increase the density of beneficial insects. For example, these artificial overwintering shelters will contribute towards the success of mass rearing and release of *O. conglobata* in the biological control of *A.*

pistaciae, which is a key pest in pistachio orchards (Mamay & Mutlu, 2019; Mamay & Şimşek, 2017).

With this study, it was determined that beneficial insect biodiversity was higher in areas where no pesticides are applied. For this reason, it is important to educate farmers that unnecessary and untimely spraying damages natural enemies. Therefore, chemical control should be preferred last and only specific and selective insecticides should be used when necessary. The overwintering artificial shelters can be used both for the control of pests and for the increasing beneficial insect populations.

Acknowledgement

This manuscript a part of Yeliz Sabuncu Master thesis. The authors would like to thank Dr. Paride Dioli for identifying the species belonging to Rhopalidae and Coreidae families, Dr. Stefano Ziani for identifying the species of Scarabeidae family, Dr. Rob Westwerdujin for identifying species of Malachidae family, Dr. Boris Korotyaev for identifying the species of Curculionidae family, Dr. Bekir Keskin for identifying the species of Tenebrionidae family and Dr. Ali Gök for identifying the species of Chrysomelidae family. The authors extend their sincerest thanks to Shahid Farooq (Harran University, csfa2006@gmail.com) for linguistic editing.

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

Author Contributions: MM designed the study. YS carried out the experiments. MM and İÖ evaluated the data. MM, YS and İÖ wrote the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

References

- Bolu, H. (2002). Investigations on the fauna of insects and mites in pistachio areas in South Eastern Anatolia Region of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 26(3), 197–208.
- Bolu, H. (2004). Coccinellidae species, their distribution

- areas and their impact on population fluctuations of *Agonoscena pistaciae* at Pistachio orchards in Southeastern Anatolia Region in Turkey. *Plant Protection Bulletin*, 44(1-4), 69-77.
- FAO. (2021). *Food and Agriculture Organisation of the United Nations pistachio statistics*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Günaydın, T. (1978). *Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde antepfıstıklarında zarar yapan böcek türleri, tanımları, yayılışları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar*. (Basılmamış Uzmanlık Tezi. EÜ Zir. Fak. Bit. Kor. Böl.). *Bornova, İzmir*, 106. Ege University.
- Mamay, M., & Mutlu, Ç. (2019). Optimizing container size and rearing density for rapid and economic mass rearing of *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae). *Turkish Journal of Entomology*, 43(4), 395-408. <https://doi.org/10.16970/entoted.562724>
- Mamay, M., & Şimşek, E. (2017). Harmful and Beneficial Insect Biodiversity in Pistachio Orchards (*Pistacia vera* L.) in Southeastern Anatolia Region of Turkey. *Symposium on EuroAsian Biodiversity (SEAB-2017)*, 32. <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/179927/1/p67.pdf>
- Mamay, M., Özgen, İ., Danişman, T., & Sabuncu, Y. (2020). Overwintering spider biodiversity in pistachio orchards of the Euphrates Valley in Turkey (Arachnida: Araneae). *SERKET*, 17(3), 230-236.
- Mamay, M., Özgen, İ., Demirer, B., & Gümüş, H. (2018). Determination of Beneficial and Pest Insect Fauna in Student Farm of Harran University Agricultural Faculty Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğrenci Uygulama Çiftliğindeki Faydalı ve Zararlı Böcek Faunasını n Belirlenmesi. *1st International GAP Agriculture and Livestock Congress (UGAP-2018)*, 739-742.
- Mart, C., Erkiçi, L., Bolu, H., Uygun, N., & Altın, M. (1995). General review on the injurious and beneficial species and pest control methods used in pistachio orchards of Turkey. *Acta Horticulture, First International Symposium on Pistachio Nut, 20-24 September 1994*, 379-386.
- Mehrnejad, M. R. (2020). Arthropod pests of pistachios, their natural enemies and management. *Plant Protection Science*, 56(4), 231-260. <https://doi.org/10.17221/63/2019-PPS>
- Mutlu, Ç., Karaca, V., Eren, S., Büyük, M., Gozuacik, C., Duman, M., Bayram, Y., Bolu, H., & Kutuk, H. (2016). Chalky spot damage caused by stink bugs on red lentil seeds in Southeast Anatolia Region, Turkey. *Legume Research*, 39(4), 623-629. <https://doi.org/10.18805/lr.v0iOF.9437>
- Mutlu, C., Büyük, M., Eren, S., Karaca, V., Duman, M., & Bayram, Y. (2018a). Management of the Stink Bugs *Dolycoris baccarum* (L.) and *Piezodorus lituratus* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae), and Chalky Spot Damage on Red Lentil in Southeast Anatolia Region, Turkey. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 91(1), 40-50. <https://doi.org/10.2317/0022-8567-91.1.40>
- Mutlu, Ç., Öğreten, A., Karaca, V., Büyük, M., & Bayram, Y. (2018b). Efficacy of deltamethrin against *Dolycoris baccarum* L. and *Piezodorus lituratus* (F.) harmful on red lentil in Turkey. *Harran Agricultural and Food Science*, 22(2), 179-185. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.338408>
- Özbek, S. (1978). *Özel Meyvecilik*. Çukurova University Agricultural Faculty.
- Şimşek, A., & Bolu, H. (2016). Diyarbakır ili Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) alanlarındaki yararlı böcek faunasının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(3), 1-30. <https://doi.org/10.16955/bkb.56653>
- Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, H. S., Açar, İ., Karadağ, S., Yükçeken, Y., & Yaman, A. (2001). *Antepfıstığı Yetiştiriciliği*. Pistachio Research Institute Gaziantep.
- Tezcan, S., Keskin, B., & Gülperçin, N. (2006). An evaluation on overwintering trap fauna of organic cherry orchards of İzmir and Manisa Provinces. *3. Organik Tarım Sempozyumu Bildirileri*, 112.
- TUIK. (2021). *Turkish Statistical Institute pistachio statistics*. <http://tuik.gov.tr/Start.do>.
- Yanik, E., Unlu, L., & Yucel, A. (2011). The Phenology of Emergence From Artificial Overwintering Sites by Predatory Arthropods in Pistachio Orchards and Adjacent Habitats. *Ekoloji*, 20(78), 1-6. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2011.781>.



Adana ve Osmaniye illeri yerfıstığı üretim alanlarında Yeşilkurt, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın yaygınlığı, bulaşıklık oranları ve popülasyon değişimi

Distribution, infestation rates and population dynamics of Cotton Bollworm, Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in peanut production areas in Adana and Osmaniye provinces, Turkey

Mahmut BADEMCI^{1*}, Erdal SERTKAYA²

¹ Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

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

¹<https://orcid.org/0000-0002-6788-1987>; ²<https://orcid.org/0000-0001-9956-943X>

To cite this article:

Bademci, M. & Sertkaya, E. (2021). Adana ve Osmaniye illeri yerfıstığı üretim alanlarında Yeşilkurt, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın yaygınlığı, bulaşıklık oranları ve popülasyon değişimi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2):193-203. DOI: 10.29050/harranziraat.891729

*Address for Correspondence:

Mahmut BADEMCI

e-mail:

mahmut.bademci@tarimorman.gov.tr

Received Date:

05.03.2021

Accepted Date:

24.05.2021

© 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-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Adana ve Osmaniye illeri ülkemiz tarımında yerfıstığı üretim ve ekili alanın büyük bir bölümünü karşılayarak, ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır. Bu çalışma, Adana ve Osmaniye'de yerfıstığı ekim alanlarında zararlı Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lep;Noctuidae)]'un yaygınlığı, bulaşıklığı ve popülasyon değişimini belirlemek amacıyla 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Zararlının larva ve ergin popülasyonu iki farklı tarlada haftalık olarak takip edilmiş olup, larva popülasyonu doğrudan bitki üzerinde sayım yapılarak, ergin popülasyonu ise funnel tipi feromon tuzak kullanılarak izlenmiştir. Yerfıstığı ekiminin yoğun olarak yapıldığı alanlarda, zararlının yaygınlığı ve bulaşıklığını belirlemek için haftalık sürveyler yapılmıştır. Tarla büyüklüğüne göre belirlenen beş farklı noktada sayımlar yapılarak, yaygınlık ve bulaşıklık durumu tespit edilmiştir. Zararlının larva popülasyonu 2017 yılında Osmaniye'de 14 larva/bitki ile Ekonomik Zarar Eşiğinin üzerine çıkmış ve insektisit uygulamasından sonra düşmüştür. Bunun dışında Adana ve Osmaniye'de zararlının popülasyonu Ekonomik Zarar Eşiğinin altında gerçekleşmiştir. Her iki ilde de 2017 yılında ergin popülasyonu temmuz ve eylül aylarında iki tepe noktasına ulaşmış, 2018 yılında ise düşük seviyede seyretmiştir. *H. armigera* ile bulaşıklık oranı 2017 ve 2018 yıllarında değişkenlik göstermiştir. Adana'da, 2017 yılında %40.26 olan bulaşma oranı, 2018 yılında %17.91 olarak gerçekleşmiştir. Osmaniye'de ise 2017 ve 2018 yıllarında bulaşıklık oranı sırası ile %36.36 ve %48.28 olmuştur. 2017 yılında tarla içi bulaşıklık her iki ilde de 0.2-1.0 larva/bitki iken, 2018 yılında 0.2-0.8 larva/bitki olarak gerçekleşmiştir. Sürvey yapılan üretim alanlarında *H.armigera*'nın birinci ürün olarak yetiştirilen yerfıstığında ekonomik anlamda sorun teşkil etmediği ancak ikinci ürünün çiçeklenme döneminde dikkat edilmesi ve bu konuda araştırma yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Adana, Osmaniye, Yeşilkurt, Yerfıstığı, Popülasyon değişimi

ABSTRACT

Adana and Osmaniye are the provinces with the highest share in the field of peanut production and cultivation in the country and make a great contribution to the country's economy. This study was carried out in Adana and Osmaniye provinces of Turkey in 2017 and 2018 to determine the distribution, infestation and population dynamic of cotton bollworm [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera; Noctuidae)] in peanut cultivation areas. The larval and adult populations of the pest were followed weekly in two different fields, the larval population was directly counted on the plant, and the adult population was monitored using a funnel type pheromone trap. Field controls in areas where peanuts

planted intensively were conducted weekly to determine the distribution and infestation of the pest. The distribution and infestation status were determined at five different points according to the field size. The larvae population of the pest rise above the Economic Damage Threshold (EDT) with 14 larvae / plants in Osmaniye and decreased after insecticide application, in 2017. Other than in 2018, the population of the pests in Adana and Osmaniye was below the (EDT). The adult population in Adana and Osmaniye reached two peaks in July and September in 2017 and remained low in 2018. The infestation rate of *H. armigera* in peanuts varied in 2017 and 2018. While the infestation rate in Adana was 40.26% and 17.91% in 2017 and 2018 respectively. In Osmaniye, the infestation rate was 36.36% in 2017 and 48.28% in 2018. In 2017, while the infestation in the field was 0.2-1.0 larvae / plant in Adana and Osmaniye, it was 0.2-0.8 larvae / plant in 2018. In the surveyed peanut fields, *H. armigera* does not cause economic damage on the first peanut crop, but on the second peanut crop it can cause economic damage during the flowering period. It was concluded that detailed research is recommended on this subject.

Key Words: Adana, Osmaniye, Cotton bollworm, peanut, population dynamic

Giriş

Güney Amerika kökenli, baklagiller familyasından tek yıllık yazlık ve yağlı tohumlu bir kültür bitkisi olan yerbıstığı (*Arachis hypogaea* L.) insan beslenmesinde, hayvan yemi olarak kullanımının yanısıra toprağa azot bağlaması bakımından önemli bir yağ bitkisidir (Arioğlu, 2014). İçerdiği yağ, protein, karbonhidrat, vitaminler ve mineral maddeler nedeniyle insanlar ve hayvanlar için değerli bir besin kaynağıdır (Arioğlu ve Arioğlu, 2007). Yerbıstığının tarımı 40° kuzey ve 30° güney enlemleri arasında, tropik bölgelerden orta enlemlere kadar bir alanda yapılır (Öğütçü, 1969). Dünyada üretilen 44 043 895 ton yerbıstığının 16 860 000 ton ile % 38'ni üreten Çin 1. sırada yer alırken, Türkiye 164 186 ton ile % 0.37'sini üreterek 28. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2016).

Yerbıstığı Çukurova bölgesinde ana ürün ve buğday hasadından sonra ikinci ürün olarak yetiştirilmekte, verim potansiyeli, pazarlama kolaylığı ve birim alandan elde edilen gelirin yüksek olması nedenleri ile Çukurova bölgesindeki çiftçiler için oldukça avantajlı bitkilerden birisidir. Türkiye'de yerbıstığı üretiminin % 80'i Osmaniye, Adana ve İçel illerinde gerçekleşmektedir (Arioğlu, 2007). Türkiye'de 2018 yılında 443342 dekada 173835 ton yerbıstığı üretilmiştir. Bu üretim daha çok Akdeniz Bölgesinde, özellikle Adana ve Osmaniye illerinden elde edilmektedir. Bu iki il, 369859 dekar ile Türkiye yerbıstığı üretim alanlarının % 83'ünü, 146466 ton ile üretim miktarının % 84'ünü karşılamaktadır (Anonim, 2018).

Birim alandan daha fazla ürün almak tarımda

önemli konulardan biridir. Tarımsal üretimde üründe kalite ve verim kayıplarının başlıca nedeni karşılaşılan çok sayıda hastalık ve zararlı Arthropod türlerdir. Türkiye'de yerbıstığı yetiştiriciliğini olumsuz yönde etkileyen zararlılardan bazıları Kırmızıörümcek (*Tetranychus urticae* Boisd) (Acarina: Tetranychidae), *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), Pamuk çizgili yaprakkurdu (*Spodoptera exigua* Hbn.) (Lepidoptera: Noctuidae), Pamuk yaprakkurdu (*Spodoptera littoralis* Boisd.) ve Yeşilkurt (*Helicoverpa armigera* Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'tur (Anonim, 2012).

Dünyanın pek çok yerinde bulunan ve konukçu dizisi geniş olan *H. armigera*, ülkemizde ilk defa 1913 yılında Bergama'da tespit edilmiştir (Alkan, 1948). Zararlı Çukurova Bölgesi'nde 1954 yılında pamuk alanlarında görülmüş ve 1974 yılında "Pamuk Zararlıları ile Entegre Savaşım" projesi kapsamına alınmıştır (Yabaş, 1979). Erginler günün karanlık periyodunda faaliyet gösterirken, gündüzleri aktiviteleri çok azdır ve kuytu yerlerde gizlenmektedirler. Pupadan ergin çıkışı ve yumurtlamanın da genel olarak günün karanlık saatlerinde gerçekleştiği bildirilmiştir (Yabaş, 1979). *H. armigera*'nın yılda verdiği döl sayısı bölgelere göre değişiklik göstermekte olup Adana'da 5, Bursa'da 4, Manisa'da ise 4-5 döl verdiği bildirilmektedir (Yabaş, 1979; Kaya ve Kovancı, 2000; Koçlu ve Karsavuran, 2000).

Son yıllarda Çukurova'da pamuk ekiminin oldukça azalmış olması nedeni ile zararlıların aynı dönemde yetiştirilen diğer konukçu bitkilere yöneldiği gözlenmiştir. Bu bitkilerden bir tanesi de yerbıstığı olup, son yıllarda üreticilerden bu konuda şikayetler gelmektedir.

Helicoverpa armigera'nın larva dönemi yarfıstığıının, yaprak ve çiçek kısımları ile iğnede (ginofor) zarar vermektedir. Zarar gören iğneler toprağa girip tohum oluşturmadiğıından yarfıstığında verim yönünden kayıplara neden olmaktadır (Anonim, 2012). Dünyada bu konuyla ilgili çeşitli araştırmalar yapılmış olmasına rağmen ülkemizde yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışma bu nedenle ele alınmış olup, zararlıının ülkemizin en önemli yarfıstığı üretim alanlarını barındıran Adana ve Osmaniye illerindeki yaygınlık ve bulaşıklık oranlarının ve, popülasyon değışiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Adana ve Osmaniye illerinde bulunan yarfıstığı üretim alanları, *H. armigera*'nın ergin ve larvaları, funnel tipi tuzak, feromon, dichlorvos emdirilmiş tablet ve plastik beyaz küvetler oluşturmuştur.

Yöntem

Adana ve Osmaniye illeri yarfıstığı üretim alanlarında Helicoverpa armigera' nın yaygınlığı ile bulaşıklık oranlarının belirlenmesi

Adana ve Osmaniye illeri yarfıstığı alanlarında *H. armigera'* nın yaygınlığı ile bulaşıklık oranlarını saptamak amacı ile yarfıstığı tarımının yoğun olarak yapıldığı alanlarda örnekleme yapılmıştır.

Örnekleme 2017 ve 2018 yıllarında Mayıs-Eylül aylarında haftada bir yapılmıştır. Arazi çalışmalarında her ili temsil edecek şekilde yarfıstığı alanlarının, % 0.01'i esas alınarak, yarfıstığı alanlarında örnekleme yapılmıştır (Bora ve Karaca, 1970).

Yaygınlık ve bulaşıklığının belirlenmesinde 1-50 dekarlık alan 1 ünite kabul edilmiştir. Örnekleme yapılan alanın büyüklüğüne göre belirlenen her ünite en az 5 farklı noktada yan yana iki adet bitki kontrol edilmiştir. (Anonim, 2012). Örnekleme H. *armigera'*nın herhangi bir biyolojik dönemi ya da zarar şekli görüldüğü

takdirde o alan bulaşık olarak kabul edilmiştir. Bulaşık bulunan tarlalarda zararlıının tarla içi bulaşıklığını belirlemek için örnekleme yapılan tarlada bulunan toplam larva sayısı, örnekleme yapılan bitki sayısına bölünerek bitki başına larva sayısı belirlenmiştir.

Yarfıstığında Helicoverpa armigera' nın ergin ve ergin öncesi dönemlerinin popülasyon değışimi

Yarfıstığında Yeşilkurt'un larva ve ergin dönemlerinin popülasyon takibi 2017 ve 2018 yıllarında Adana ve Osmaniye illerinde Mayıs ve Eylül ayları arasında birinci üründe birer adet tarlada yapılmıştır. Popülasyon takibi için haftada bir kez arazi çıkışı yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Helicoverpa armigera'*nın popülasyon takibi yapılan alan ile ilgili bilgiler

Table 1. Information on the area where the population of *Helicoverpa armigera* is monitored

İl	Yıl	Yarfıstığıının Çeşidi	Tuzakların Asıldığı Tarih	Tuzakların Kaldırıldığı Tarih
Province	Year	Type of Peanut	The Date the Traps were Hanged	Date Traps Lifted
Adana	2017	NC-7	02.06.2017	22.09.2017
	2018	Sultan	29.05.2018	06.09.2018
Osmaniye	2017	NC-7	29.05.2017	25.09.2017
	2018	NC-7	29.05.2018	03.09.2018

Zararlıının ergin popülasyon takibi için 1 tuzak/da olacak şekilde funnel tipi tuzak, feromon ve Dichlorvos (DDVP) emdirilmiş tablet kullanılmıştır. Tuzaklardaki erginler haftalık olarak sayılıp kaydedilmiştir. Tuzaklardaki feromonlar 4 haftada bir yenileri ile değıştirilmiştir.

Zararlıının larva popülasyon değışimini tespit için tarlanın en az 5 farklı noktasında yan yana iki bitki kontrol edilmiştir (Anonim, 2012). Her örnekleme tarihinde bitki başına larva sayıları kaydedilmiş ve daha sonra bu verilere dayanarak popülasyon eğrileri oluşturulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Adana ve Osmaniye yarfıstığı alanlarında Helicoverpa armigera' nın yaygınlığı ve bulaşıklığının belirlenmesi

Adana ilinde *H. armigera'*nın yaygınlığı ile

bulaşıklığının belirlenmesi amacıyla 2017 yılında Yüreğir, Karataş, Kozan, Ceyhan ve Yumurtalık ilçelerinde 43 köyde toplam 77 tarlada örnekleme yapılmış ve 31 tarla zararlı ile bulaşık bulunmuştur. Örnekleme yapılan toplam 5297 da alanda zararlının bulaşma oranı % 40.26 olarak tespit edilmiştir. Çalışma yapılan ilçelerden yalnızca Kozan'da bulaşıklık tespit edilmemiştir (Çizelge 2). Yapılan çalışmada tarla içi bulaşıklık en fazla Ceyhan ilçesinin Ceyhanbekirli ve Karakayalı köyleri ile Yumurtalık ilçesinin Yeniköy ve Ayvalık köylerinde tespit edilmiştir. Adana ilinde 2018

yılında ise Yüreğir, Sarıçam, Karataş, Kozan, Ceyhan ve Yumurtalık ilçelerinde 33 köyde toplam 67 tarlada örnekleme yapılmış, 12 tarla zararlı ile bulaşık bulunmuştur. Örnekleme yapılan toplam alanın büyüklüğü 4567 da, zararlının bulaşma oranı % 17.91 olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Yapılan çalışmada 2017 yılında bulaşıklık bulunmayan Kozan ilçesinde, 2018 yılında en yüksek bulaşıklık oranı saptanmıştır. Tarla içi bulaşıklık en fazla Kozan merkezde tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Adana'da 2017-2018 Yılında yerfıstığında *Helicoverpa armigera*'nın yaygınlığı ve bulaşma oranları
Table 2. Prevalence and infestation rate of of *Helicoverpa armigera* in peanut in Adana in 2017-2018

Yer	Tarla sayısı 2017-2018	Bulaşık tarla sayısı 2017-2018	Sürvey yapılan alan (da) 2017-2018	Bulaşma oranı (%) 2017-2018	Bulaşıklık (larva/bitki) 2017-2018	Sürvey tarihi 2017-2018	
il	İlçeler	Number of fields 2017-2018	The fields of infested field 2017-2018	Infestation rate (%) 2017-2018	Infestation (larvae/plant) 2017-2018	Surveyed time 2017-2018	
Province	Districts	2017-2018	2017-2018	2017-2018	2017-2018	2017-2018	
Adana	Yüreğir	12-3	4-1	1039-153	33.33-33.33	0-0.8/0-0.2	11 Ağu-16 Ağu
	Sarıçam	0-2	0-0	0-30	0-0	0-0	
	Karataş	12-15	6-1	736-1094	50-6.67	0-0.6/0-0.6	7Tem-30 Tem
	Kozan	4-11	0-7	248-502	0-63.63	0/0.6-0.8	-17 Tem
	Ceyhan	34-19	16-2	1964-1783	47.05-10.53	0-1.0/0-0.4	17Tem-30Tem
	Yumurtalık	12-17	5-1	1310-1005	41.67-5.88	0-1.0/0-0.2	7Tem-24Tem
	TOPLAM	77-67	31-12	5297-4567	40.26-17.91	0-1.0/0-0.8	

Osmaniye ilinde *H. armigera*'nın yaygınlık ve bulaşıklığının belirlenmesi amacıyla 2017 yılında Merkez, Kadirli, Düziçi ve Sumbas ilçelerinde 36 köyde toplam 66 tarlada örnekleme yapılmış, 24 tarla zararlı ile bulaşık bulunmuştur. Örnekleme yapılan toplam alanın büyüklüğü 1626 da, zararlının bulaşma oranı ise % 36.36 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Tarla içi bulaşıklık en fazla Kadirli ilçesinin Aydınlar köyünde tespit edilmiştir.

Osmaniye ilinde 2018 yılında ise Merkez, Düziçi, Kadirli ve Sumbas ilçelerinde 20 köyde toplam 29 tarlada örnekleme yapılmış, 14 tarla zararlı ile bulaşık bulunmuştur. Örnekleme yapılan toplam alanın büyüklüğü 963 da, zararlının bulaşma oranı % 48.28 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Tarla içi bulaşıklık en fazla Düziçi ilçesi Ellek beldesinde tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Osmaniye'de 2017-2018 yılında yerfıstığında *Helicoverpa armigera*'nın yaygınlığı ve bulaşma miktarı
Table 3. Prevalence and contamination amount of *Helicoverpa armigera* in peanut in Osmaniye in 2017-2018

Yer	Tarla sayısı 2017-2018	Bulaşık tarla sayısı 2017-2018	Sürvey yapılan alan (da) 2017-2018	Bulaşma oranı (%) 2017-2018	Bulaşıklık (larva/bitki) 2017-2018	Sürvey tarihi 2017-2018	
il	İlçeler	Number of fields 2017-2018	The fields of infested field 2017-2018	Infestation rate (%) 2017-2018	Infestation (larvae/plant) 2017-2018	Surveyed time 2017-2018	
Location	Districts	2017-2018	2017-2018	2017-2018	2017-2018	2017-2018	
Osmaniye	Merkez	15-5	4-3	399-182	26.67-60	0-0.8/0-0.4	24 Tem-6 Ağu
	Düziçi	19-13	5-7	101-140	26.32-53.85	0-0.8/0-0.8	10 Tem-10Tem
	Kadirli	14-13	3-3	881-571	21.43-23.07	0-1.0/0-0.4	3 Tem-30 Tem
	Sumbas	9-1	5-1	245-70	55.56-100	0-0.6/0.6	3 Tem-16Tem
	TOPLAM	66-29	24-14	1626-963	36.36-48.28	0-1.0/0-0.8	

Helicoverpa armigera yaygınlık çalışmasında 2017 yılında örnekleme yapılan alanlarda Adana

ilinde 77 tarlanın 31'i bulaşık bulunurken, Osmaniye'de ise 66 tarlanın 24'ü zararlı ile bulaşık

bulunmuştur. Çalışmanın 2. yılında Adana'da 58 tarlanın 7'si, Osmaniye'de ise 29 tarlanın 14'ü zararlı ile bulaşık bulunmuştur. Zararlının bulaşma oranı Adana'da 2017 yılında % 40.26 iken 2018 yılında ise %17.91 olarak bulunmuştur. Zararlının bulaşma oranı 2018 yılında 2017 yılına göre önemli ölçüde azalış göstermiştir. Adana'da örnekleme yapılan tarlalarda *H. armigera*'nın 2017 yılında tarla içi bulaşıklığı 0.2-1.0 larva/bitki arasında değişkenlik gösterirken 2018 yılında ise 0.2-0.8 larva/bitki arasında değişkenlik göstermiştir. Örnekleme yapılan tarlalarda *H. armigera*'nın tarla içi bulaşıklığı bulaşma oranına benzer bir şekilde 2018 yılında 2017 yılına göre düşüş göstermiştir (Çizelge 2). Bu durumun pupadan bahar aylarındaki ergin çıkışlarını ve popülasyonu olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Diyarbakır ilinde domateste *H. armigera*'nın popülasyon gelişimi, parazitoit ve predatörlerinin belirlenmesi çalışmasında kış aylarında görülen eksi sıcaklık değerlerinin Yeşilkurt'un bahar aylarındaki ergin popülasyonunu olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Karapınar ve Sertkaya 2020). Yeşilkurt kışı pupa olarak 2.5-8 cm derinlikte toprakta geçirmektedir (Öngören ve ark 1977.; Kaya ve Kovancı 2000). Yeşilkurt'un ilk ergin uçuşları Çukurova'da Nisan başından itibaren görülmektedir (Uygun ve ark., 2009). Adana'da çalışma yapılan yıllarda alınan iklimsel verilere bakıldığında kış mevsimi boyunca yağışlı gün sayısı ve yağış miktarının 2017 yılına göre çok fazla olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Zararlı ile bulaşma oranı Osmaniye'de 2017 yılında % 36.26 iken 2018 yılında ise % 48.28 bulunmuştur. *H. armigera*'nın Osmaniye'de 2017 yılında tarla içi bulaşıklığı 0.2-1.0 larva/bitki iken, 2018 yılında 0.2-0.8 larva/bitki olarak belirlenmiştir. Hindistan'da yarfıstığında *H. armigera*'nın popülasyon dinamiği ve yönetimi çalışmasında bitki başına larva sayısı 1.43 ile 2.06 arasında değiştiği ve yarfıstığı yapraklarında ise %35 oranında zarar yaptığı tespit edilmiştir (Naik ve ark. 2013). Hindistan'da yapılan bir çalışmada yarfıstığı deneme alanında *Spodoptera litura*'nın % 30, *H. armigera*'nın % 28 oranında yapraklarda zarara yol açtığı bildirilmiştir (Sharmila ve Manjula 2015).

Ülkemizde yapılan çalışmalarda *H. armigera*'nın yarfıstığında Ekonomik Zarar Eşiği (EZE) 5 larva/bitki olarak belirtilmiştir (Anonim, 2012). Adana ve Osmaniye'de örnekleme yapılan alanlarda hem 2017 hem de 2018 yılında zararlının EZE'nin üstüne çıkmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yıllarında ana ürün olarak yarfıstığı Adana ve Osmaniye'de büyük ölçüde Nisan ayının 2. haftasına kadar ekilmiş, haziran ayı başında başlayan çiçeklenme ve ginofor oluşumu ay sonuna kadar devam etmiştir. Yarfıstığı alanlarında *H. armigera* örnekleme çalışmalarının yapıldığı zaman aralığında zararlının ilk tespiti Adana'da 07.07.2017 ile 17.07.2018, Osmaniye'de ise 03.07.2017 ile 10.07.2018'de yapılmıştır. Yarfıstığında *H. armigera* larvalarının tespit edilmesi ana üründe çiçeklenme dönemi tamamlandıktan sonraki döneme rastlamaktadır. Bu yüzden *H. armigera* larvalarının çiçeklenme döneminde çiçekte ve ginoforlarda zararı tespit edilmemekle birlikte yarfıstığında yaprakta zarar meydana getirdiği tespit edilmiştir.

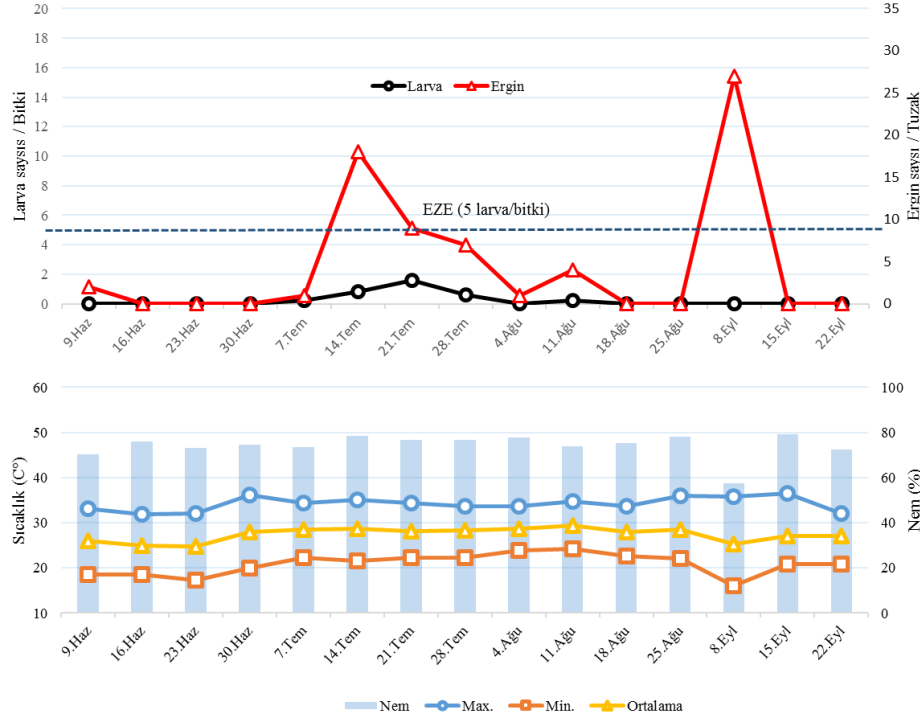
Zararlının örnekleme çalışmalarının yapıldığı alanlarda *S. exigua* ve *S. littoralis* (Boisd.) larvaları tespit edilmiş ve bu alanlarda yapraklarda zarar meydana getirmiştir. *S. exigua* ve *S. littoralis*'in ZMTT'de EZE 5 larva/bitki olarak belirtilmiştir (Anonim, 2012). Her iki zararlının da tarla içi bulaşma oranı 1-2 larva/bitki ile EZE değerinin altında bulunmuştur. Buna karşın üreticilerin birçok alanda bu zararlıların yapraklarda neden olduğu zarardan dolayı insektisit uygulaması yaptıkları ve genel olarak bu zararlıları *H. armigera*'dan ayırt edemedikleri gözlenmiştir.

Yarfıstığında Helicoverpa armigera'nın ergin ve ergin öncesi dönemlerinin popülasyon değişimi

Zararlının popülasyon takibi için ergin sayımına 09.06.2017'de başlanmış ve 22.09.2017'ye kadar devam edilmiştir. İlk ergin tuzağa 09.06.2017'de yakalanmış, zararlının ergin popülasyonu ise 14.07.2017 ilk tepe noktasında 18 ergin sayılmış, 08.09.2017'de 27 ergin ile ikinci tepe noktasına ulaşmıştır (Şekil 1). Zararlının ilk larva tespiti 07.07.2017'de yapılmış, larva popülasyonu ise

21.07.2017'de 1.6 larva/bitki ile en yüksek noktasına ulaşmıştır. Popülasyon takibinin yapıldığı dönemde meteorolojik verilere bakıldığında maksimum sıcaklık 30 Haziran'da 36.1 °C ve 15 Eylül'de 36.5 °C, minimum sıcaklık

ise 23 Haziran'da 17.3 °C, 8 Eylül'de 16.3 °C ölçülmüştür. Bağlı nem ise popülasyon takibinin yapıldığı dönemin başından sonuna kadar %70'in üzerinde seyretmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Adana'da 2017 yılında yerfıstığında *Helicoverpa armigera* 'nın ergin ve larva popülasyonu ile meteorolojik veriler

Figure 1. Meteorological data with the adult and larval population of *Helicoverpa armigera* in peanuts in Adana in 2017

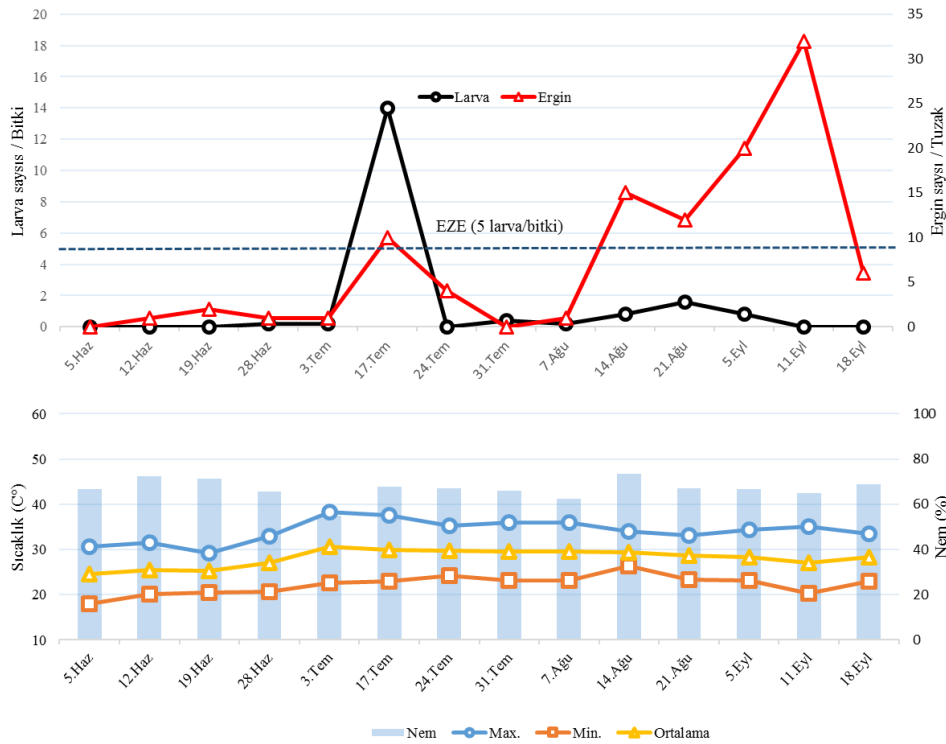
Helicoverpa armigera'nın popülasyon takibine başlanmadan önceki iklim verileri incelendiğinde Kasım 2016 - Mayıs 2017 aylarında toplamda 51 günün yağışlı olduğu görülmektedir. Bu süre içerisinde toplamda 304.1 mm yağış düştüğü, en fazla yağış Mart ayında 12 günde 95.4 mm olarak kayıt edilmiştir (Çizelge 4).

2017 yılında Osmaniye'de ilk ergin sayımına 05.06.2017'de başlanmış ve 25.09.2017'ye kadar devam edilmiştir. Tuzakta ilk ergin 12.06.2017'de yakalanmış, tepe noktasına ise 17.07.2017'de 10 ergin ile ilk tepe noktasında ulaşılmış, 11.09.2017 tarihinde de 32 ergin ile ikinci tepe noktası meydana gelmiştir. Zararlıların larva popülasyonunun değişimini tespit etmek için larva sayımına 05.06.2017'de başlanmış ilk larva tespiti 28.06.2017'de yapılmıştır. Larva popülasyonu

17.07.2017'de 14 larva/bitki ile tepe noktasına ulaşmış ve EZE'nin üzerine çıkmıştır. Bu tarihte maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık sırasıyla 37.6°C, 23°C ve 29.9°C, bağıl nem ise % 67.8 olarak ölçülmüştür (Şekil 2.). Çalışma alanında zararlıların EZE'nin üstüne çıkmasından dolayı Araştırma Enstitüsünce bu alanda 18.07.2017'de insektisit uygulaması yapılmıştır ve popülasyon düşük seviyede kaldığından ikinci defa insektisit uygulamasına ihtiyaç duyulmamıştır. Popülasyon takibinin yapıldığı dönemde meteorolojik verilere bakıldığında 3 Temmuz'da maksimum sıcaklık 38.2 °C olarak minimum sıcaklık ise 5 Haziran'da 18 °C olarak ölçülmüştür. Bağlı nem ise popülasyon takibinin yapıldığı dönemin genelde % 60'ın üzerinde seyretmiş, en yüksek bağıl nem değeri 14 Ağustosta % 73.6 olarak ölçülmüştür (Şekil 2.).

Çizelge 4. Adana'da 2017 yılında *H. armigera*'nın popülasyon takibi yapılmadan önceki dönemde toplam yağış ve yağışlı gün sayısı
Table 4. Total number of rainy and rainy days in Adana in 2017 before the population monitoring of *H. armigera*

Aylar Months	Yağış miktarı (mm) Rainfall	Yağışlı gün sayısı Rainy days number
Kasım November	7.1	4
Aralık December	8	2
Ocak January	64.6	11
Şubat February	3	1
Mart March	95.4	12
Nisan April	55.5	11
Mayıs May	70.5	10
Toplam Total	304.1	51

Şekil 2. Osmaniye'de 2017 yılında yerfıstığında *Helicoverpa armigera* 'nın ergin ve larva popülasyonu ile meteorolojik veriler
Figure 2. Meteorological data with the adult and larval population of *Helicoverpa armigera* in peanuts in Osmaniye in 2017

H. armigera'nın popülasyon takibine başlanmadan önceki iklim koşullarına bakıldığında Kasım 2016 - Mayıs 2017 aylarında toplamda 64 günün yağışlı olduğu görülmektedir. Bu süre içerisinde toplamda 663.5 mm yağış düştüğü, en fazla yağış Mayıs ayında 9 günde 188.8 mm olarak kayıt edilmiştir (Çizelge 5).

Zararlının popülasyon takibi için ergin sayımına Adana'da 05.06.2018'de başlanmış ve 06.09.2018'e kadar devam edilmiştir. Tuzakta ilk ergin 05.06.2018'de yakalanmış, 16.08.2018'de ilk

tepe noktasında 8 ergin sayılmış, 06.09.2018'de 7 ergin ile ikinci tepe noktasına ulaşmıştır. Zararlının larva popülasyonunun değişimini tespit etmek için larva sayımına 05.06.2018'de başlanmış ve sayımlarda *H. armigera* larvası tespit edilememiştir. Araştırma Enstitüsünce denemenin yürütüldüğü alanda Temmuz ayının ilk haftasında yapıldığı belirtilen ilaçlamanın buna neden olduğu düşünülmektedir. Popülasyon takibinin yapıldığı dönemde meteorolojik verilere bakıldığında maksimum sıcaklık 9 Ağustos'ta 35.8 °C, minimum

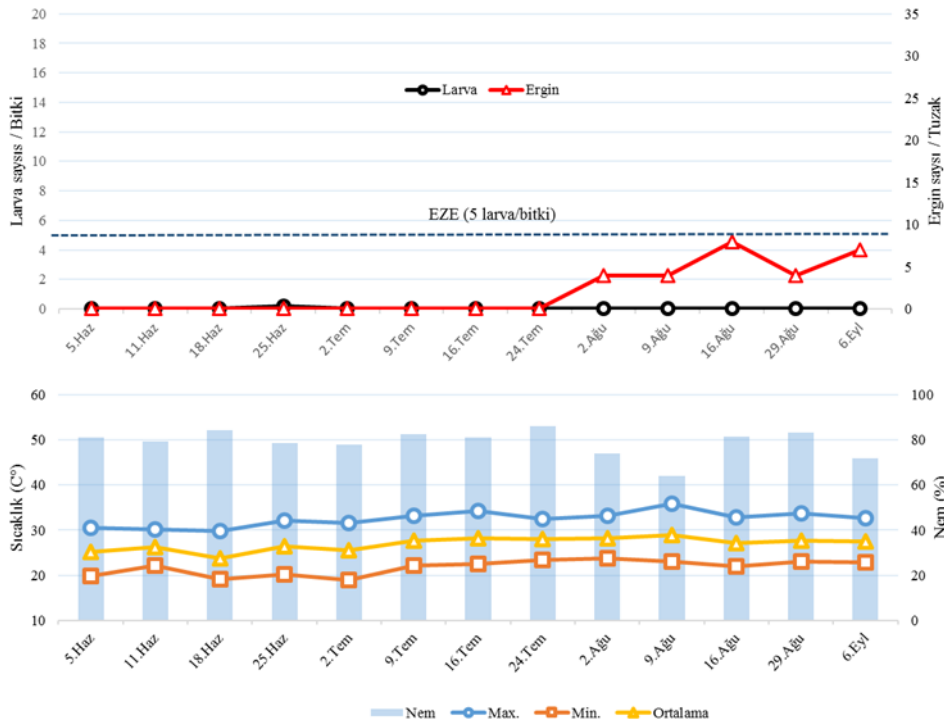
sıcaklık ise 2 Temmuz'da 19 °C olarak ölçülmüştür. Bağıl nem ise popülasyon takibinin yapıldığı dönemin genelde % 70'in üzerinde seyretmiş, en

yüksek bağıl nem değeri 24 Temmuz'da %86.2 olarak ölçülmüştür (Şekil 3.).

Çizelge 5. Osmaniye'de 2017 yılında *H. armigera*'nın popülasyon takibi yapılmadan önceki dönemde toplam yağış ve yağışlı gün sayısı

Table 5. Total number of rainy and rainy days in Osmaniye in 2017 before the population monitoring of *H. armigera*

Aylar Months	Yağış miktarı (mm) Rainfall	Yağışlı gün sayısı Rainy days number
Kasım November	29.8	3
Aralık December	80	16
Ocak January	142.2	11
Şubat February	0.5	2
Mart March	84.9	13
Nisan April	137.3	10
Mayıs May	188.8	9
Toplam Total	663.5	64



Şekil 3. Adana'da 2018 yılında yerfıstığında *Helicoverpa armigera* 'nın ergin ve larva popülasyonu ile meteorolojik veriler
Figure 3. Meteorological data with the adult and larval population of *Helicoverpa armigera* in peanuts in Adana in 2018

H. armigera'nın popülasyon takibine başlanmadan önceki iklim koşullarına bakıldığında Kasım 2017 - Mayıs 2018 aylarında toplamda 69 günün yağışlı olduğu görülmektedir. Bu süre

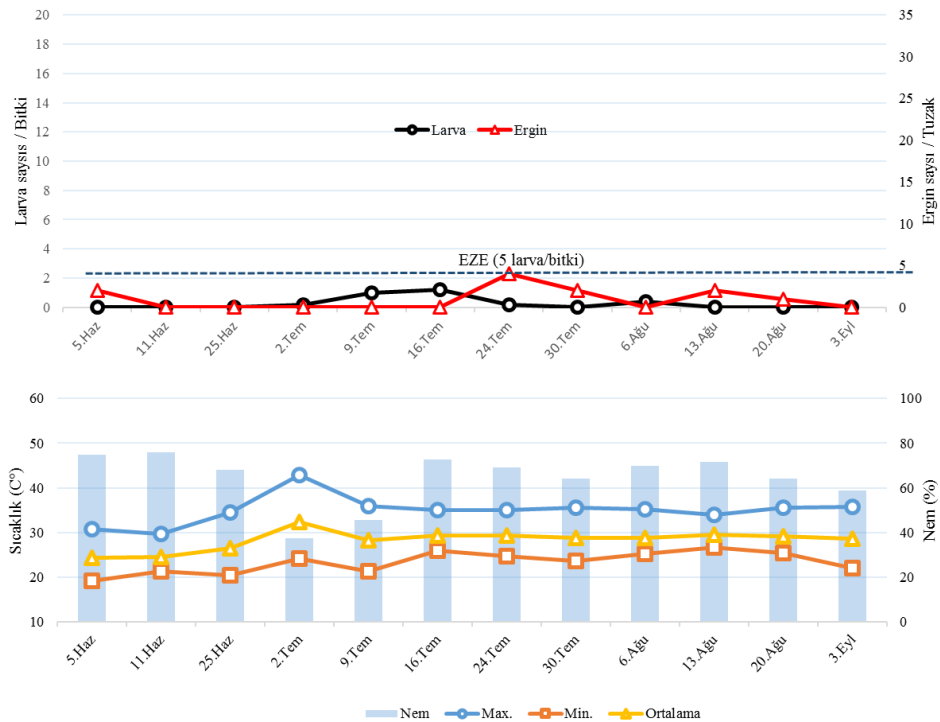
içerisinde toplamda 716.2 mm yağış düştüğü, en fazla yağışın Ocak ayında 19 günde 335.9 mm olarak kayıt edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Adana'da 2018 yılında *H. armigera*'nın popülasyon takibi yapılmadan önceki dönemde toplam yağış ve yağışlı gün sayısı

Table 6. Total number of rainy and rainy days in Adana in 2018 before the population monitoring of *H. armigera*

Aylar Months	Yağış miktarı (mm) Rainfall	Yağışlı gün sayısı Rainy days Number
Kasım November	153.6	9
Aralık December	28	8
Ocak January	335.9	19
Şubat February	55.4	8
Mart March	30.9	6
Nisan April	40.4	7
Mayıs May	72	12
Toplam Total	716.2	69

İlk ergin sayımı Osmaniye'de 05.06.2018'de yapılmış ve 03.09.2018'e kadar devam edilmiştir. İlk ergin tuzağa 05.06.2018'de yakalanmış, zararlının ergin popülasyonu ise 24.07.2018 ilk tepe noktasında 4 ergin sayılmış, 13.08.2018'de 2 ergin ile ikinci tepe noktasına ulaşmıştır. Zararlının larva popülasyonunu tespit etmek için larva sayımına 05.06.2018'de başlanmıştır. İlk larva tespiti 02.07.2018'de yapılmış, larva popülasyonu ise 16.07.2018'de 1.2 larva/bitki ile tepe noktasına ulaşmış ve üretim sezonu boyunca EZE altında kalmıştır. Bu nedenle bu alanda insektisit uygulaması yapılmamıştır. Popülasyon takibinin yapıldığı dönemde meteorolojik verilere bakıldığında maksimum sıcaklık 2 Temmuz'da 42.8 °C ölçülmüştür. Minimum sıcaklık ise 5 Haziran 19.3 °C olarak ölçülmüştür. Bağıl nem ise popülasyon takibinin yapıldığı dönemin genelde % 60'ın üzerinde seyretmiş, en yüksek bağıl nem değeri 5 Haziran'da %74.8 olarak ölçülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Osmaniye'de 2018 yılında yerfistiğinde *Helicoverpa armigera*'nın ergin ve larva popülasyonu ile meteorolojik veriler

Figure 4. Meteorological data with the adult and larval population of *Helicoverpa armigera* in peanuts in Osmaniye in 2018

H. armigera'nın popülasyon takibine başlanmadan önceki iklim koşullarına bakıldığında Kasım 2017 - Mayıs 2018 aylarında toplamda 92 günün yağışlı olduğu görülmektedir. Bu süre

içerisinde toplamda 486.8 mm yağış düştüğü, en fazla yağışın Ocak ayında 17 günde 137.6 mm olarak kayıt edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Osmaniye’de 2018 yılında *H. armigera*’nın popülasyon takibi yapılmadan önceki dönemde toplam yağış ve yağışlı gün sayısı

Table 7. Total number of rainy and rainy days in Osmaniye in 2018 before the population monitoring of *H. armigera*

Aylar Months	Yağış miktarı (mm) Rainfall	Yağışlı gün sayısı Rainy days number
Kasım November	105.2	10
Aralık December	44.6	12
Ocak January	137.6	17
Şubat February	54.6	10
Mart March	54.1	15
Nisan April	40.3	7
Mayıs May	50.4	21
Toplam Total	486.8	92

Yerfistiğinde zararlının popülasyon takibinin yapıldığı 2017 ve 2018 yılları birlikte incelendiğinde Temmuz ayının ilk haftasından itibaren larva popülasyonunun yükselmeye başladığı görülmektedir. *H. armigera*’nın larva popülasyonu 2017 yılında Adana’da 7 Temmuz-11 Ağustos arasında 0.2-1.8 larva/bitki, Osmaniye’de 28 Haziran-5 Eylül arasında 0.2-14 larva/bitki olarak değişmiştir. 2018 yılında Adana’da larva tespit edilememiş, Osmaniye’de ise 2 Temmuz-6 Ağustos arasında 0.2-1.2 larva/bitki olarak değişmiştir. Çukurova’da pamuk alanlarında *H. armigera* larva popülasyonunun ağustos ayının sonuna doğru görülmeye başladığı bildirilmiştir (Atakan ve Boyacı 2017).

Yerfistiğinde *H. armigera*’nın popülasyon takibinin yapıldığı dönemde sıcaklık ve bağıl nem ile zararlının popülasyonu arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

Çizelge 7. Adana ve Osmaniye illerinde *Helicoverpa armigera*’nın popülasyon değişiminin iklimsel veriler ile korelasyonu
Table 7. Correlation of population change of *Helicoverpa armigera* with climatic data in Adana and Osmaniye provinces

İl	Dönemi	Yıl	Maksimum sıcaklık	Minumum sıcaklık	Ortalama sıcaklık	Bağıl nem
Adana	Larva	2017	0.071	0.294	0.361	0.257
	Ergin		0.313	-0.314	-0.088	-0.592
	Larva	2018	-0.065	-0.282	-0.107	-0.022
	Ergin		0.410	0.467	0.391	-0.310
Osmaniye	Larva	2017	0.405	0.163	0.305	0.072
	Ergin		0.159	0.170	0.076	0.102
	Larva	2018	0.180	0.202	0.234	-0.199
	Ergin		-0.193	0.193	0.014	0.315

Bu veriler ışığında *H. armigera*’nın 2017 ve 2018 yıllarında Adana ve Osmaniye’de yerfistiğindeki popülasyon değişimi ile maksimum, minimum, ortalama sıcaklık ile bağıl nem arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Sonuç

Bu çalışmanın yürütüldüğü yıllarda ve illerde *H. armigera*’nın yerfistiğinde yaygınlık, bulaşma oranı, popülasyon değişimi tespit edilmiştir. Zararlının yerfistiğindeki popülasyon artışı birinci

üründe çiçeklenme döneminden sonra görülmüştür. *H. armigera*’nın daha çok generatif organlarda verdiği zarar önemli olmasından dolayı yapraklarda meydana getirdiği zarar kısmen kabul edilebilir bulunmuştur. Bununla birlikte ikinci ürün yerfistiğinde ayrıca çalışma yürütülmesi önerilir.

Ekler

Bu çalışma Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü tarafından desteklenen Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

Çıkar çatışma beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

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

Kaynaklar

- Alkan, B., (1948). Orta Anadolu Hububat Zararlıları (Zararlı Hayvan ve Böcekler). A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara Ün. Basımevi, Ankara.
- Anonim, 2012 URL <http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/ yayin/ Bitki%20Zarar I%C4%B1lar %C4%B1%20Zirai %20M%C3%BCcadede %20Teknik %20Taliimatlar %C4%B1.pdf>
- Anonim (2018) Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Anonymous, 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Arioğlu, E. & Arioğlu, H., (2007). Ana ürün yerfıstığı yetiştiriciliğinde bitki yoğunluğunun verim ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-27 Haziran 2007, (2) 557-561 Erzurum, Turkey.
- Arioğlu H.H., (2014). Yağ Bitkileri Yetiştirme Ve Islahı. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Genel Yayın No:220, Ders Kitapları Yayın A-70, Adana
- Atakan, E., & Boyacı M., (2017). Pamukta farklı ekim şekli ve ekim zamanının yeşilkurt (*Helicoverpa armigera* Hübner Lepidoptera: Noctuidae) popülasyonuna ve bitki gelişmesine etkisinin araştırılması. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7 (2): 145-158. doi: <http://dx.doi.org/10.16969/entotob.289802>
- Bora, T. & Karaca, İ. (1970). Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. *Ege Üniversitesi Zir. Fak. Yardımcı*

- Ders Kitabı*, No: 167.
- Kaya, M. & Kovancı, B., (2000). Bursa ilinde yeşilkurt, *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera:Noctuidae)'nın biyolojisi üzerinde araştırmalar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1): 37-43.
- Bektaş Karapınar, Ö. & Sertkaya, E. (2020). Diyarbakır domates alanlarında zararlı Yeşilkurt [*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]'un popülasyon gelişimi, parazitoit ve predatörlerinin belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 60(2): 73-82. doi: 10.16955/bitkorb.556940
- Koçlu, T. & Karsavuran, Y., (2000). *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın Manisa ilinde biyolojisi ve popülasyon düzeyi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 24 (3) : 179-194.
- Naik C.M., Chackravathy A.K., & Naik T.B., (2013). Population dynamics and management of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Noctuidae:Lepidotera) on groundnut in Coastal Karnataka. *Environment&Ecology*, 31 (1): 54-57.
- Öğütçü, Z., (1969), Yerfıstığı ve Ziraatı. *Türkiye Ticaret Odaları, Sanayi Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği Matbaası*, Ankara.
- Öngören, K., Kaya, N. & Türkmen, Ş., (1977). Ege Bölgesi'nde domateslerde zarar yapan yeşilkurt (*Heliothis armigera* Hüb.)'un morfolojisi, biyolojisi ve mücadelesi üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*,17(1), 3-28.
- Sharmila, T. & Manjula K., (2015). Field evaluation of oil formulations of *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson against *Spodoptera litura* and *Helicoverpa armigera* in groundnut. *International Journal of Plant Protection* 8: 142-147. doi : 10.15740/HAS/IJPP/8.1/142-147
- Uygun,N., Ulusoy, M.R., & Başpınar, H., (2009) Sebze Zararlıları. *Ç.Ü Ziraat Fak.Genel Yayın No: 213*, Ders Kitapları Yayın No: A-68, Adana
- Yabaş, M.N., (1979). *Çukurova Bölgesi'nde Helicoverpa cinsine giren armigea ve zea gruplarının biyoekojileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Entomoloji Kürsüsü, Doktora Tezi (195 s).



Detection and molecular characterization of phytoplasmas based on 16s rDNA gene region by phylogenetic and *in silico* RFLP analysis of local grapevine cultivars in Şanlıurfa and Adıyaman

Şanlıurfa ve Adıyaman illerinde yerel asma çeşitlerindeki fitoplazmaların 16s rDNA gen bölgesine dayalı filogenetik ve *in silico* RFLP analizleri ile tespiti ve moleküler karakterizasyonu

Eray ŞİMŞEK^{1*}, Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR²

^{1,2}Harran University, Agricultural Faculty, Plant Protection Department, Şanlıurfa/TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0003-4984-4223>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3374-5602>

To cite this article:

Şimşek, E. & Güldür, M.E. (2021). Detection and molecular characterization of phytoplasmas based on 16s rDNA gene region by phylogenetic and *in silico* RFLP analysis of local grapevine cultivars in Şanlıurfa and Adıyaman. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2):204-213.

DOI: 10.29050/harranziraat.816630

*Address for Correspondence:

Eray ŞİMŞEK

e-mail:

eraysim@gmail.com

Received Date:

26.10.2020

Accepted Date:

06.01.2021

© 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

During the autumn seasons of 2016-2019, several surveys were carried out in grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivation areas in Şanlıurfa and Adıyaman provinces of South-eastern part of Turkey, to identify grapevine plants exhibiting phytoplasma-like symptoms including yellowing, small leaf formation, chlorosis, short internodes, severe redness and inward curling and to detect and characterize the causal agent responsible for these symptoms. Purified DNA obtained from collected samples was examined for the highly conserved phytoplasma 16S rDNA gene via nested-PCR with the universal phytoplasma-specific primer sets. DNA amplification via nested-PCR/RFLP analyses with some restriction enzymes confirmed the suspected correlations between the disease symptoms observed and phytoplasma presence in the samples. F2n/R2 amplicons of the phytoplasma strains obtained from the samples showed 99.99% homology with each other and 99% homology with phytoplasma DNA partial sequences belonging to some groups deposited in the GeneBank database. Sequencing and phylogenetic analysis revealed that collected isolates have 99% sequence identity with '*Candidatus* phytoplasma solani' (16SrXII-A) and '*Ca.P. asteris*' (16SrI-B). According to our knowledge, the results of this study is the first report of the phylogenetic relationship of phytoplasmas infecting different grapevine cultivars based on 16S rDNA gene. Genetic diversity of genes other than 16S rDNA of the pathogen causing these infections is under study.

Key Words: Grapevine yellows, Phytoplasma disease, Şanlıurfa, Nested-PCR, Grapevine

ÖZ

Türkiye'nin Güneydoğusundaki Şanlıurfa ve Adıyaman illerinde bağ (*Vitis vinifera* L.) üretim alanlarında 2016-2019 sonbahar sezonlarında, yapraklarda sararma, küçük yaprak oluşumu, kloroz, boğumlar arasında kısalma, şiddetli kızarmalar ve içe doğru kıvrılmalar gibi fitoplazma benzeri semptomlar sergileyen asma bitkilerindeki belirtilerin etmenini belirlemek ve karakterize etmek için çeşitli sürveyler yapılmıştır. Toplanan örneklerden elde edilen saflaştırılmış DNA, fitoplazmalara özgü üniversal primer setleri ile nested-PCR yöntemi ile yüksek oranda korunmuş fitoplazma 16S rDNA geni üzerinden incelenmiştir. Nested-PCR ile DNA amplifikasyonu ve RFLP analizleri ile örneklerdeki gözlenen semptomlar ve fitoplazma varlığı arasındaki beklenen korelasyon doğrulanmıştır. Örneklerden elde edilen fitoplazma türlerinin F2n / R2 ampliconları, birbirleriyle %99.99 homoloji göstermiş ve NCBI GeneBank veri tabanında bulunan bazı gruplara ait fitoplazmalar ile de %99 sekans homolojisi göstermiştir. DNA dizileme ve filogenetik analizler, toplanan izolatlardaki etmenlerin "*Candidatus* fitoplazma solani" (16SrXII-A) ve "*Ca.P. asteris*'in (16SrI-B) olduğunu ortaya koymuştur. Bildiğimiz kadarıyla bu, 16S rDNA genine dayalı farklı yerel asma çeşitlerini enfekte eden fitoplazmaların filogenetik ilişkisinin ilk raporudur. Bu tip enfeksiyonlara neden olan patojenin 16S rDNA dışındaki genlerin genetik çeşitliliği araştırma aşamasındadır.

Anahtar Kelimeler: Asma sarılığı, Fitoplazma hastalığı, Şanlıurfa, Nested-PCR, Asma

Introduction

Phytoplasmas are mollicutes that lack of cell wall and only limited to live in plant phloem infecting a wide range of insect and plant species worldwide (Bertaccini et al., 2014). Their identifications were previously based on electron microscopy and/or symptomatically observations, however, during the last three decades, 16S rDNA sequences of phytoplasmas amplified by PCR has played a pivotal role in the accurate detection and classification of different isolates and the discovery of novel phytoplasmas in microbiology laboratories (Lee et al., 1998; Bertaccini and Lee, 2018). Among the plant species suitable host for phytoplasmas, the grapevine is considered to be one of the major fruit crops worldwide based on cultivated area and economic value worldwide (Pierro et al., 2019). Diseases caused by phytoplasmas generally described as “Grapevine yellows (GY)” have been reported in many viticultural areas worldwide, including the Americas, Africa, Australia, Asia and Europe (Constable and Bertaccini, 2017).

Grapevine is a plant species that is one of the oldest cultivated one for Anatolian farmers, therefore, Turkey is known as the origin of viticulture and wine-making (Gorny, 2003; Gokbayrak and Soylemezoglu, 2010). Although several ‘*Candidatus* phytoplasma’ species belonging to different taxonomic groups infecting grapevine plants have been identified worldwide, only a few 16Sr-group including 16SrI, 16rV, 16SrIX and 16SrXII were identified and reported in Turkey (Canik et al., 2011; Ertunc et al., 2015). 16SrI, 16SrVII-A and 16SrII-B group phytoplasmas were also reported in grapevine exhibiting leaf scorch, leaf yellowing, redding and decline symptoms in Iran, recently (Zamharir et al., 2017; Babaei et al., 2019). Irregular leaf yellowing symptoms for white varieties and reddening symptoms for red varieties, chlorosis, necrosis and leaves curling backward were also observed in local vineyards of Şanlıurfa and Adıyaman provinces in Turkey. These disease symptoms are consistent with the symptoms associated with

phytoplasmas according to Dermastia et al. (2017) and many other previously reported studies. Therefore, many surveys have been conducted in the viticultural areas in these two provinces to verify phytoplasma presence and identity. Etiological studies, identifying and initial characterization of causal agents constitute the most significant step for the control and/or management of the disease. Therefore, this study was carried out to detect and identify possible causal agent(s) for the symptoms observed on local grapevine varieties.

Materials and Methods

Surveys and plant material

Several vineyards in Şanlıurfa and Adıyaman provinces with/without a history of crop losses presumably due to virus or phytoplasma disease symptoms were surveyed for the detection of possible phytoplasma occurrences. During the surveys, grapevine leaves and shoots were collected from different grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) (Fig. 1) evidencing putative symptoms associated with the ‘*Candidatus* Phytoplasma spp.’ (Dermastia et al., 2017). Mostly, symptomatic plant samples were collected, however, in some cases, symptomless plant tissues were also collected if phytoplasmas are existed in asymptomatic grapevine plants.

DNA isolations and PCR

Total nucleic acids from samples were isolated from 1 g of fresh grapevine leaf midrib of symptomatic and asymptomatic plants as described by Ahrens and Seemüller (1992) with the minor modifications. This method is based on the enrichment of DNA amount during the isolation process. Leaf midribs were ground in lysis buffer (20 mmol L⁻¹ EDTA, 1.4 mol L⁻¹ NaCl, 100mmol L⁻¹ Tris-HCl pH 8.0, 2% w/v cetyltrimethylammonium bromide (CTAB), and 0.2% w/v 2-mercaptoethanol) and the extracts were incubated at 65°C for 30 min. An equal volume of chloroform-isoamyl alcohol (24:1) was added to the lysis buffer (CTAB) and strongly

mixed centrifuged at 10.000 *g* for 10 min. Chloroform-isoamyl alcohol adding step was repeated twice. Supernatant was precipitated overnight at -20°C with 0.6 volume of isopropanol. 70% ethanol was used to wash the pellet obtained following centrifugation at 8.000 *g* for 10 min. Then the pellets were vacuum-dried

and suspended in 50 µl Tris-EDTA (TE) buffer. DNA concentrations and purity were estimated by using a spectrophotometer according to standard techniques and procedures (Desjardins and Jonklin, 2010). Isolated DNAs were then used as template for direct PCR analysis with the primers showed in Table 1.

Table 1. Universal primer sets used for PCR analyses for detection of phytoplasmas

Primers	Universal / Group Specific*	Primer sequences (5'-3')	Expected band size
R16F1 R16R0	Universal	AAGACGAGGATAACAGTTGG GGATACCTTGTACGACTTAACCCC	1.4 kb
R16F2n R16R2	Universal	GAAACGACTGCTAAGACTGG TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG	1.2 kb
R16(I)F1 R16(I)R1	G.S.	TAAAAGACCTAGCAATAGG CAATCCGAACCTAAGACTGT	1.1 kb
M1 M2	Universal	GTCTTTACTGACGCTGAGGC CTTCAGCTACCTTTGTAAC	0.5 kb
R16(V)F1 R16(V)R1	G.S.	TAAAAGACCTTCTTCGG TTCAATCCGTAAGACTACC	1.1 kb

*G.S.: Group specific

Direct-PCR analyses were performed with R16F1/R0 universal primer pair (Lee et al., 1995) amplifying a 1.4 kb product. Direct-PCR products were then diluted as 1/50 to 1/100 and used as DNA template for a nested-PCR ,second-round PCR, using R16F2n/R2 and R16(I)F1/R1 primers amplifying an internal fragment of 1.2 and 1.1 kb in size from the 16S rDNA gene, respectively (Gundersen and Lee, 1996). Specific DNA fragments 1.1 kb in size approximately were amplified in second nested-PCR with R16(I)F1/R1 primers that allow group-specific phytoplasma (16SrXII and 16SrI) recognition according to Lee et al. (1995). M1/M2 internal primer pair was used for testing the specificity and sensitivity (Gibb et al., 1995). PCR amplifications were performed in total 50 µl reaction mixtures each containing 1 µl of template DNA, 5 µl of 10X Dream Taq Green buffer, 1 µl of dNTPs (10 mM), 1 µl of forward primers (10 pmol) and 1 µl of reverse primers (10 pmol), 1.25U Dream Taq DNA polymerase (5U/µl) (Thermo Fisher Scientific) and 40.75 µl sterile water. Applied Biosystems Veriti 96™ Thermal Cycler was used for the PCR reactions. PCR products were then electrophoresed in agarose gel (1%), stained with ethidium bromide, and photographed under UV transillumination (312 nm).

Sequence and phylogenetic analysis

In the detection of the taxonomic position of grapevine phytoplasmas isolated from local varieties, nested-PCR products obtained from positive samples were purified and directly subjected for automated sequencing in both directions with the specific PCR primers used in each amplification (ABI 3130xl Genetic Analyzer, Applied Bio. Medsantek Ltd. Co, Turkey). The sequences were subjected to a BLASTN (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) NCBI search for most similar sequences in the database (12.03.2019). Sequences were trimmed and assembled using computer-assisted software, MEGA7: Molecular evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 (Kumar et al., 2016). Obtained 16s rDNA sequences were then aligned with Cluster X analysis (Thompson et al., 1997).

Restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis and in silico enzyme digestions

RFLP analysis of F2n/R2 products was used for the initial classification of the phytoplasmas from nested-PCR positive samples (Duduk et al., 2013). In wet RFLP analysis, F2n/R2 products were directly subjected to enzyme digestions using *EcoRI*, *HhaI*, *HpaII*, *RsaI* and *TaqI* for preliminary

classification of phytoplasmas according to manufacturer's instructions (ThermoFisher Scientific, USA). In order to make a more comprehensive analysis of isolates and group/subgroup identification *in silico* restriction analysis were carried out using *iPhyClassifier* and *pDRAW32* (AcaClone Software; <http://www.acaclone.com>). Virtual RFLP patterns were obtained from F2n/R2 product sequences of five representative sample by using *iPhyClassifier* (Zhao et al., 2009) and the sequences were subjected virtual enzyme digestions using 17 restriction enzymes [RsaI, SspI, and TaqI, BfaI, BstUI (ThaI), AluI, BamHI, DraI, HinfI, HpaI, EcoRI, HaeIII, HhaI, Sau3AI (MboI), HpaII, KpnI, MseI] that are used for differentiation of ribosomal groups and subgroups in virtual RFLP analysis (Lee et al., 1998).

Results and Discussion

Survey results and phytoplasma detections

During surveys, the sporadic occurrence of symptomatic plants was noted in Şanlıurfa and Adıyaman viticultural regions based on visual inspection. The most commonly observed

symptoms (yellow leaf tissue becoming necrotic, small leaf formation, chlorosis, short internodes, severe redness and inward-curling) occurred in mid- and late summer. Different symptom patterns were noticed in different cultivars; irregular leaf yellowing in white cultivars (especially in cultivar Çiloreş) and reddening of leaves in red cultivars such as Hönüsü (Figs 1A and B). However, according to visual observations, symptomatic differences caused by different phytoplasmas were not observed. These varieties are the most commonly used grapevines in these regions (Gursoz, 1993; Bekisli et al., 2015).

Nested-PCR analysis using for identification of phytoplasmas confirmed the expected interrelationship between symptoms observed in field and phytoplasma infections. Totally, 25 of the 137 grapevine leaves (with petiol) samples exhibiting grapevine yellows type disease symptoms were confirmed for phytoplasma infection via Nested-PCR.

The infection rate of grapevine phytoplasmas in Şanlıurfa and Adıyaman local varieties were found as 22.1 % and 9.52 %, respectively as shown in Table 2.

Table 2. Distribution of the phytoplasmas identified in surveyed viticultural areas

Region		Number of Samples Collected	Number of Positive Samples	Total Infection Rate (%)	Ribosomal Group		
					XII-A	I-B	Others
Şanlıurfa	Hönüsü	53	9	16.98	3	6	
	Çiloreş	30	10	33.3	9	1	
	Others	12	2	16.6	-	1	1
Adıyaman	Hönüsü	18	-	-	-	-	
	Çiloreş	20	4	20	3	1	
	Others	4	-	-			

No amplification signal was observed in healthy grapevine and negative control samples without DNA template in the first-round PCR products using F1/R0 primers. Nested-PCR amplification with M1/M2, R16(I)F1/R1 and

R16F2n/R2 primers produced the expected amplicon length of about 0.5 kb, 1.1 kb and 1.2 kb (data not shown), respectively (Figure 2). No amplification was observed with the primers R16(V)F1/R1.

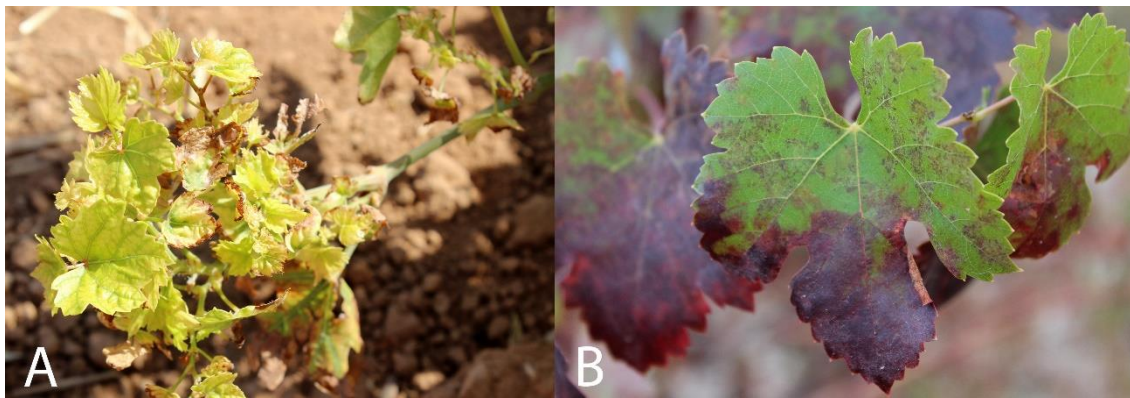


Figure 1. Disease symptoms caused by phytoplasmas in Şanlıurfa, A: leaf tissue chlorosis becoming necrotic in white cultivar Çiloreş, B: Severe reddening of leaves in red variety Hönüsü.

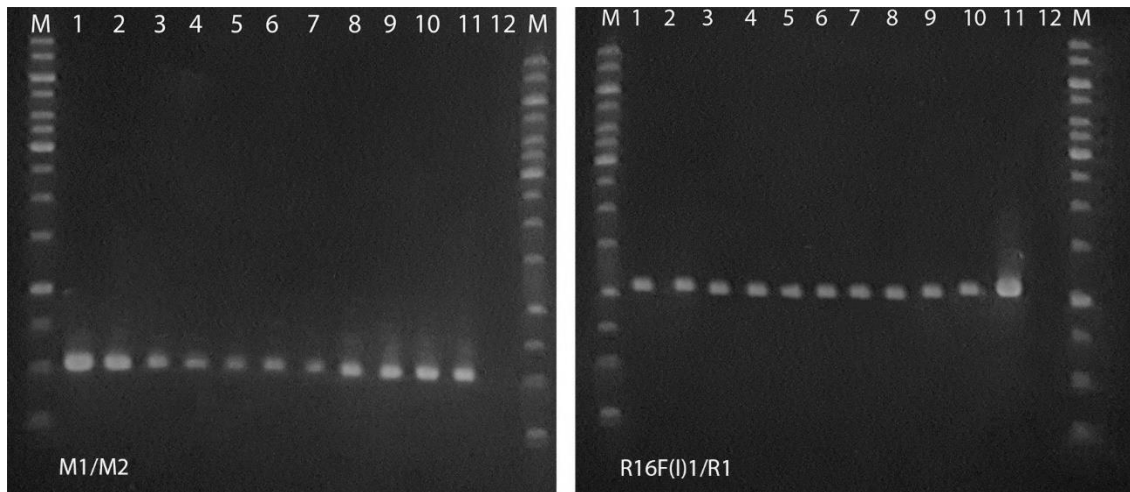


Figure 2. Agarose gel electrophoreses (%) of phytoplasma 16S rDNA PCR products from Şanlıurfa and Adıyaman samples (1-10) and positive controls (11). Detected fragments were obtained with primer pairs: M1/M2 (16R_{738f}/16R_{1232r}) and R16(I)F1/R1 and negative controls (12), M - marker GeneRuler 1 kb DNA Ladder (ThermoFisher Scientific).

RFLP and cladistic analyses

Amplified phytoplasma fragments obtained from local grapevine samples were subjected to the wet and *in silico* RFLP analyses with some distinctive RFLP enzymes. In group-subgroup recognition of phytoplasmas.

The RFLP patterns of the 1.2 kbp 16SrDNA amplicons of symptomatic grapevines from the surveyed fields were mostly identical to each other and consisted with 16SrI and 16SrXII phytoplasma sub-group patterns (Lee et al., 1998).

Subgroup classification of phtoplasmas on iPhyClassifier

Samples coded as Grs19 and Grs72 were determined as representative samples according to wet RFLP results (data not shown). According to *iPhyClassifier* 16S rDNA sequences of GrS19

and GrS72 shares 99.7% and 99.5% similarities with that of the reference strains of '*Candidatus* Phytoplasma solani' with AF248959 accession number and '*Candidatus* Phytoplasma asteris' with M30790 accession number, respectively. So, these results suggest that the phytoplasmas under the study are '*Candidatus* Phytoplasma solani'-related strain and '*Candidatus* Phytoplasma asteris'-related strains.

In silico RFLP patterns obtained from the 16S rDNA F2n/R2 fragments of GrS19 and GrS72 are found identical (with similarity coefficient 1.00) to 16Sr group XII, subgroup A (Accession number of GenBank reference strain: AF248959) and the reference pattern of 16Sr group I, subgroup B (Accession number of GenBank reference strain: AP006628), respectively. These results confirmed that the phytoplasmas under this study are members of 16SrXII-A and 16SrI-B, respectively.

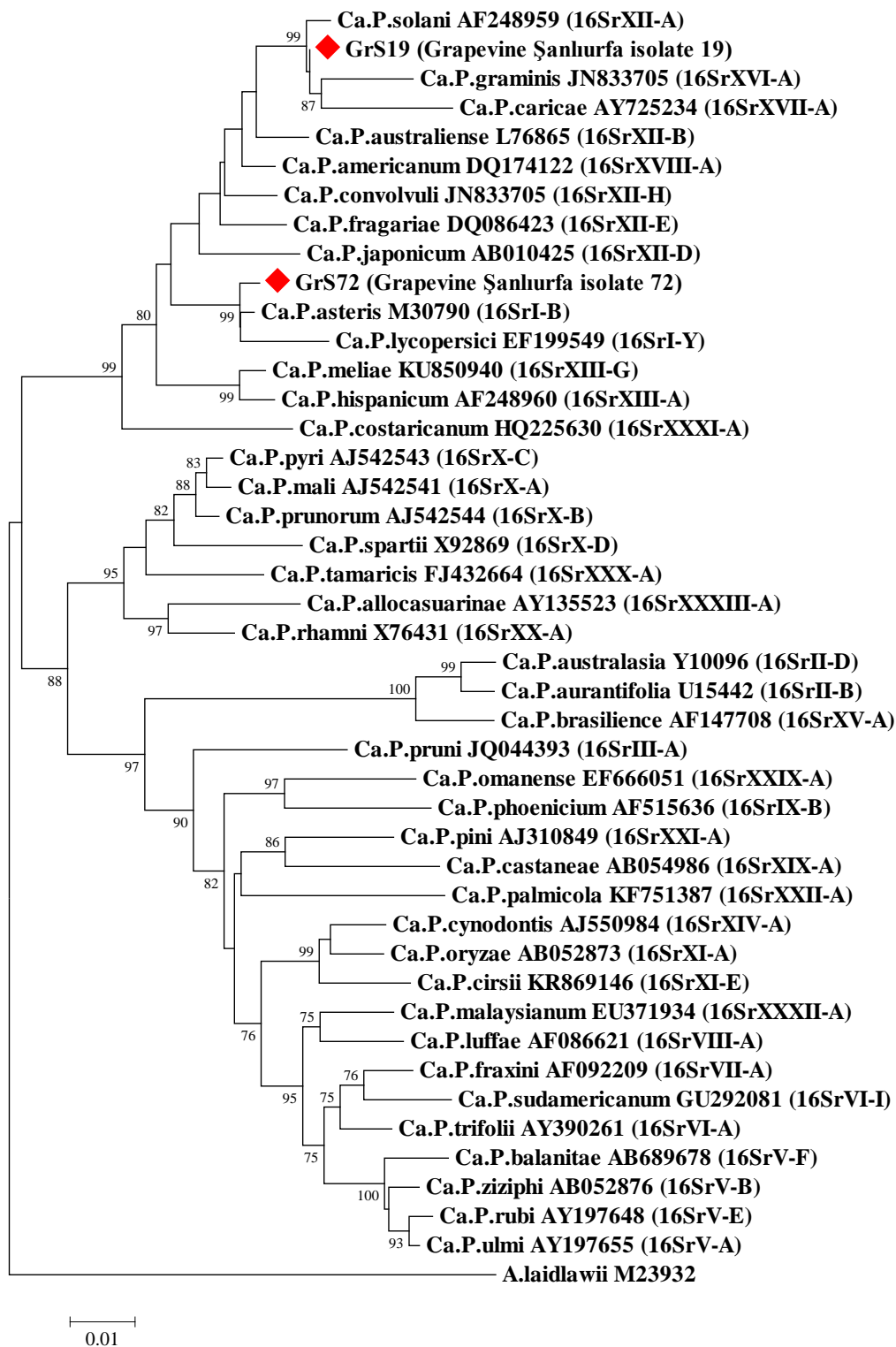


Figure 3. Phylogenetic tree using of the neighbour-joining method, based on 16S rDNA sequence of all phytoplasma species those of selected phytoplasma strains deposited in GenBank.

Computer-simulated *in silico* PCR-RFLP analyses of GrS19 and GrS72 based on 16SrDNA sequences with commonly used 17 RFLP enzymes [RsaI, SspI, and TaqI], BfaI, BstUI (ThaI), AluI, BamHI, DraI, HinfI, HpaI, EcoRI, HaeIII, HhaI, Sau3AI (MboI), HpaII, KpnI, MseI] showed

identical patterns for restriction sites (similarity coefficient 1.00) to 16SrXII and 16SrI group reference phytoplasma strains with the accession numbers of AF248959 and M30790, respectively (Figure 4).

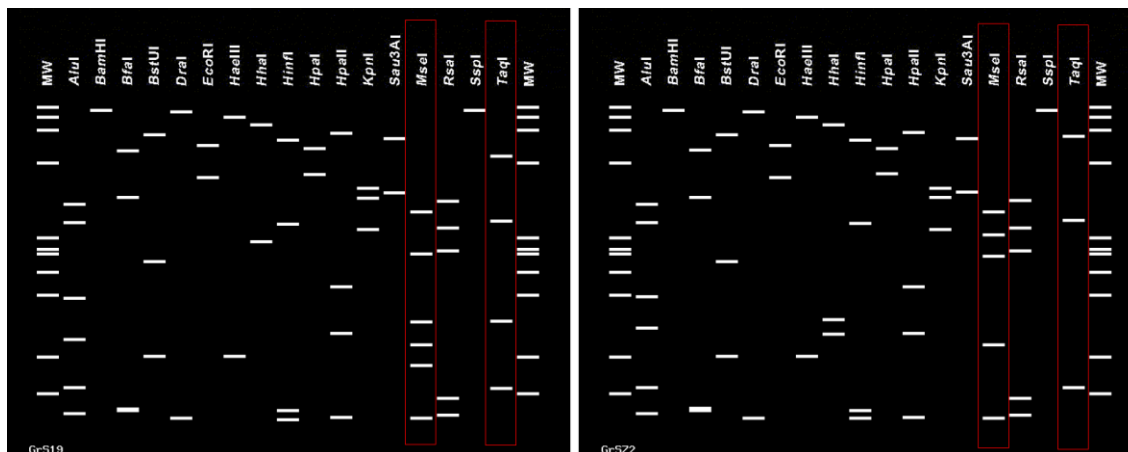


Figure 4. Virtual F2n/R2 RFLP profiles of 16Sr gene fragments obtained from 16SrXII-A subgroup phytoplasma strain (GrS19) and 16SrI-B subgroup phytoplasma strain (GrS72) from Şanlıurfa. Red boxes show that a clear separation into two distinct representative isolates and these patterns were also obtained from wet RFLP analysis (data not shown). MW: Marker, Φ x174 DNA profile digested with enzyme *HaeIII*.

Wet and Virtual RFLP analyses enabled that group/subgroup classification of isolates by comparison with reference strains for group and subgroup recognition. Also, virtual digestion patterns generated by pDraw32 software showed in Figure 5 supported these results. 16S rDNA partial gene sequences of phytoplasmas were aligned by CLUSTAL X software and approximately 1.2 kb DNA fragments were used for *in silico* digestions and virtual gel plotting. Phytoplasma strains obtained from diseased grapevine plants were classified into 2 groups according to *in silico* RFLP digestions and similarity coefficient calculations.

Based on conservative 16S rDNA gene analysis by nested-PCR confirmed phytoplasma presence in some local grapevine varieties exhibiting phytoplasma-like disease symptoms collected from Şanlıurfa and Adıyaman Provinces in Turkey. Result of this study confirmed that Grapevine Yellows diseases in one of the most viticultural areas in Şanlıurfa and Adıyaman provinces are mostly associated with '*Candidatus Phytoplasma solani*' (16SrXII-A) and '*Candidatus Phytoplasma*

asteris' (16SrI-B). According to the results of this study, two '*Ca. Phytoplasma*' species associated with grapevine cultivated in Şanlıurfa and Adıyaman provinces were detected by nested PCR amplification of 16S rDNA gene region. The total infection rate of phytoplasmas among all collected samples with disease symptoms was found at 18.25%. The detection percentage of phytoplasmas in symptomatic plant samples in Şanlıurfa and Adıyaman provinces were found as 22.1% and 9.5%, respectively.

The disease of the grapevine caused by '*Candidatus Phytoplasma solani*' – related strains (16SrXII-A) is called as "Bois noir" (Quaglino et al., 2013) and Bois noir was reported in many countries including some European countries and Turkey (Constable and Bertaccini, 2017; Ertunc et al., 2015). On the other hand, Aster yellows phytoplasmas (16SrI group) are one of the largest group and are of genetic diversity when compared to other phytoplasma groups (Lee et al. 2004). Recently, these phytoplasma species had already been reported in Iran and Turkey (Ertunc et al., 2015; Babaei et al., 2019).

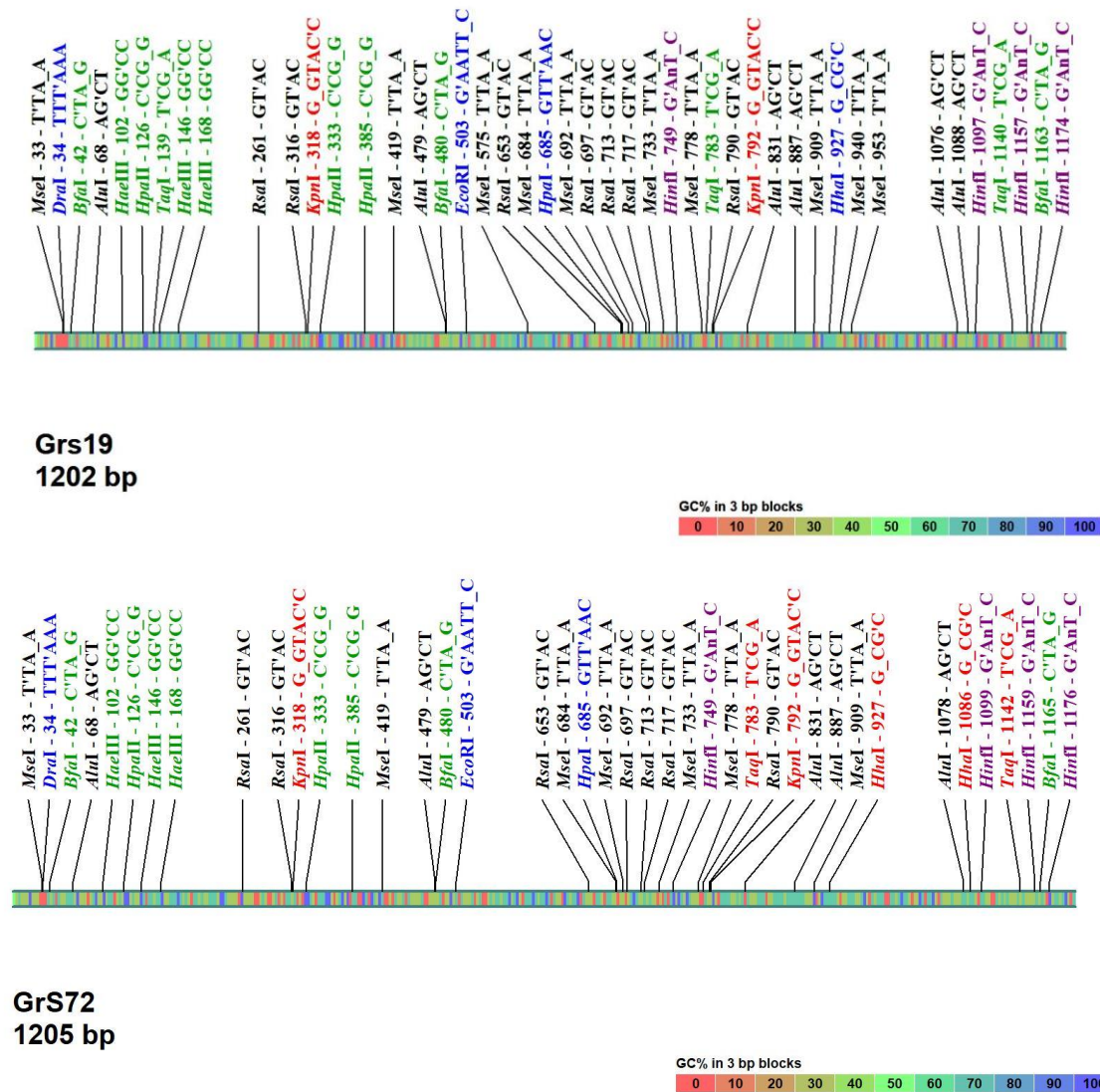


Figure 5. Patterns of restriction sites of GrS19 and GrS72 phytoplasma isolates based on partial 16S rDNA gen sequence. Maps were generated by using pDRAW32 DNA analysis software (by AcaClone software, <http://www.acaclone.com/>). Comparison of recognition sites for restriction endonucleases AluI, BfaI, DraI, EcoRI, HaeIII, HhaI, HinfI, HpaI, HpaII, KpnI, MseI (Tru1I), RsaI, and TaqI.

This study thus provided new information for the epidemiological distribution of 16SrXII-A and 16SrI-B subgroup phytoplasmas in Turkey. The motion of propagation cuttings may distribute infections to other viticultural areas in other geographic lands as grapevine is propagated by using of stem cuttings. Fortunately, no FD infected samples were found in the region, however, further studies are necessary to monitoring phytoplasma and virus diseases in viticultural areas because in the presence of disease-transmitting insect vector, detected diseases may limit grape production in the region.

Determination of possible alternative weed hosts, disease-transmitting insect species and phytoplasma phylogeny based on genes other than 16s rDNA genes are under investigation.

Conclusions

With this study, only 16SrI-B and 16SrXII-A subgroups were identified in 9 and 16 positive samples collected different small and mid-scale family vineyards. In these fields, production is mostly performed based on traditional methods, therefore, in some vineyards, weed control is rarely carried out. The level of alternative weed hosts should be determined in the region, because in the presence of disease-transmitting insects, the devastating effect of the disease may increase. Moreover, new data obtained from studies like our investigation will greatly contribute to knowledge of interactions between phytoplasmas and their weed hosts in viticultural areas. The symptom expressing but found as

phytoplasma-negative samples may be caused by viruses. For sustainable disease management, it is necessary to identify the causal agent of similar symptom expressing plants, phytoplasma epidemiology with potential insect vectors and to determine the regional distribution of the diseases caused by phytoplasmas.

Acknowledgements

The manuscript is a part of PhD thesis of corresponding author in Harran University. This study funded by Harran University Scientific Research Projects Coordination Board (HÜBAK). The authors also thank the Turkish Council of Higher Education Öğretim Üyesi Yetistirme Programı (OYP) program for partial funding of the study.

Conflict of Interest: All the authors declare that there is no conflict of interest in this study.

Author Contribution: EŞ was responsible for establishing and designing the surveys and experiments. EŞ and MEG conducted the experiments, wrote the manuscript and analysed the data. All authors have read and approved the manuscript.

References

Ahrens, U., & Seemüller, E. (1992). Detection of DNA of plant pathogenic mycoplasma-like organisms by a polymerase chain reaction that amplifies a sequence of the 16 S rRNA gene. *Phytopathology*, 82(8), 828-832.

Babaei, G., Esmailzadeh-Hosseini, S. A., Eshaghi, R., & Nikbakht, V. (2019). Incidence and molecular characterization of a 16SrI-B phytoplasma strain associated with *Vitis vinifera* leaf yellowing and reddening in the west of Iran. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 41(3), 468-474.

Bekisli, M. İ., Bilgiç, C., & Gürsöz, S. (2015). Şanlıurfa İli Bağ Alanlarının Mevcut Durumu ve Sulama Sistemlerinin Değerlendirilmesi. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences A*, 27(1), 562-565.

Bertaccini, A., & Lee, I.M. (2018). Phytoplasmas: an update. In Rao, G.P., Bertaccini, A., Fiore, N., Liefting, L. (eds.). *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria-I. Characterisation and Epidemiology of Phytoplasma-*

Associated Diseases (pp. 1-29). Springer Nature, Singapore.

Bertaccini, A., Duduk, B., Paltrinieri, S., & Contaldo, N. (2014). Phytoplasmas and phytoplasma diseases: a severe threat to agriculture. *American Journal of Plant Sciences*, 5(12), 1-26.

Canik, D., Ertunc, F., Paltrinieri, S., Contaldo, N., & Bertaccini, A. (2011). Identification of different phytoplasmas infecting grapevine in Turkey. *Bulletin of Insectology*, 64(Supplement), 225-226.

Constable, F., & Bertaccini, A. (2017). Worldwide distribution and identification of grapevine yellows diseases. In Dermastia, M., Bertaccini, A., Constable F., Mehle, N. (eds.). *Grapevine Yellows Diseases and Their Phytoplasma Agents* (pp. 17-46). Springer, Cham.

Dermastia, M., Bertaccini, A., Constable, F., & Mehle, N. (2017). *Grapevine yellows diseases and their phytoplasma agents: biology and detection*. Springer Nature Switzerland AG. Part of Springer Nature.

Desjardins, P., & Conklin, D. (2010). NanoDrop microvolume quantitation of nucleic acids. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (45), e2565.

Duduk, B., Paltrinieri, S., Lee, M., & Bertaccini, A. (2013). Nested PCR and RFLP analysis based on the 16S rRNA gene. In M. Dickinson, J. Hodgetts, *Phytoplasma* (pp. 159-171). Totowa, NJ.: Humana Press.

Ertunc, F., Orel, D. C., Bayram, S., Paltrinieri, S., Bertaccini, A., Topkaya, S., & Soylemezoglu, G. (2015). Occurrence and identification of grapevine phytoplasmas in main viticultural regions of Turkey. *Phytoparasitica*, 43(3), 303-310.

Gibb, K. S., Padovan, A. C., & Mogen, B. D. (1995). Studies on sweet potato little-leaf phytoplasma detected in sweet potato and other plant species growing in northern Australia. *Phytopathology*, 85(2), 169-174.

Gokbayrak, Z., & Soylemezoglu, G. (2010). Grapevine throughout the History of Anatolia. *International Journal of Botany*, 6(4), 465-472.

Gorny, R. L. (2003). Viniculture and ancient Anatolia. In McGovern, P.E., Fleming, S.J., Katz, S.H. (eds). *The Origins and Ancient History of Wine Food and Nutrition in History and Anthropology* (pp. 158-203). London, Routledge.

Gundersen, D. E., & Lee, I. M. (1996). Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopathologia mediterranea*, 144-151.

Gursoz, S., 1993. *GAP Alanına Giren Güneydoğu Anadolu Bölgesi Bağcılığı ve Özellikle Şanlıurfa İlinde Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Ampelografik Nitelikleri İle Verim Ve Kalite Unsurlarının Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma* (Unpublished PhD Thesis). Çukurova University, Adana, Turkey.

Kumar, S., Stecher, G., & Tamura, K. (2016). MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular biology and evolution*, 33(7), 1870-1874.

Lee, I. M., Bertaccini, A., Vibio, M., & Gundersen, D. E. (1995). Detection of multiple phytoplasmas in perennial fruit trees with decline symptoms in Italy. *Phytopathology*, 85(6), 728-735.

Lee, I. M., Gundersen-Rindal, D. E., Davis, R. E., & Bartoszyk,

- I. M. (1998). Revised classification scheme of phytoplasmas based on RFLP analyses of 16S rRNA and ribosomal protein gene sequences. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 48(4), 1153-1169.
- Lee, I. M., Gundersen-Rindal, D. E., Davis, R. E., Bottner, K. D., Marcone, C., & Seemüller, E. (2004). 'Candidatus *Phytoplasma asteris*', a novel phytoplasma taxon associated with aster yellows and related diseases. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 54(4), 1037-1048.
- Pierro, R., Semeraro, T., Luvisi, A., Garg, H., Vergine, M., De Bellis, L., & Gill, H. K. (2019). The distribution of phytoplasmas in South and East Asia: an emerging threat to grapevine cultivation. *Frontiers in plant science*, 10, 1108.
- Quaglino, F., Zhao, Y., Casati, P., Bulgari, D., Bianco, P. A., Wei, W., & Davis, R. E. (2013). 'Candidatus *Phytoplasma solani*', a novel taxon associated with stolbur-and bois noir-related diseases of plants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63(8), 2879-2894.
- Thompson, J. D., Gibson, T. J., Plewniak, F., Jeanmougin, F., & Higgins, D. G. (1997). The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic acids research*, 25(24), 4876-4882.
- Zamharir, M. G., Paltrinieri, S., Hajivand, S., Taheri, M., & Bertaccini, A. (2017). Molecular identification of diverse 'Candidatus *Phytoplasma*' species associated with grapevine decline in Iran. *Journal of Phytopathology*, 165(7-8), 407-413.
- Zhao, Y., Wei, W., Lee, M., Shao, J., Suo, X., & Davis, R. E. (2009). Construction of an interactive online phytoplasma classification tool, iPhyClassifier, and its application in analysis of the peach X-disease phytoplasma group (16SrIII). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 59, 2582-2593.



İğdır yöresinde yetiştirilen 'Teberze' ve 'Ağçerik' kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çeşitlerine ait detaylı meyve kalite içerikleri

Detailed fruit quality contents of 'Teberze' and 'Ağçerik' apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars grown in İğdır province

Mehmet Ali SARIDAŞ^{1*} , Erdal AĞÇAM² 

¹Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Adana, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 01330 Adana, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5180-1874>; ²<https://orcid.org/0000-0002-2677-2020>

To cite this article:

Sarıdaş, M.A. & Ağçam, E. (2021). İğdır yöresinde yetiştirilen 'Teberze' ve 'Ağçerik' kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çeşitlerine ait detaylı meyve kalite içerikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 214-224.

DOI: 10.29050/harranziraat.911823

Address for Correspondence:

Mehmet Ali SARIDAŞ

e-mail:

masaridas@gmail.com

Received Date:

08.04.2021

Accepted Date:

21.05.2021

© 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.

ÖZ

Ülkemiz kayısı türü için dünya içerisinde çeşitlilik ve üretim miktarı bakımından önemli bir konuma sahiptir. Ülkemizdeki bu çeşitlilik, yetiştiricilik yapılan illere özgü genotiplerin zamanla seçilip, çoğaltılmasını sağlamıştır. Bu çeşitlilik insan beslenmesinde önemli besin içeriklerinin çeşit bazında oldukça farklı olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada İğdır ilinde Şalak kayısı çeşidinden sonra önemli düzeyde yetiştiriciliği yapılan 'Teberze' ve 'Ağçerik' kayısı çeşitlerinde meyve kalitesini etkileyen antioksidan aktivitesi, toplam fenol, toplam karotenoid içerikleri yanında bireysel fenolikler ve karotenoidler, tüketim kalitesini etkileyen bireysel şeker ve asit miktarları incelenmiştir. Sonuç olarak genetik yapının oldukça belirleyici olduğu; Teberze çeşidinde antioksidan aktivitesi, toplam fenol, toplam karotenoid içeriği yanında bireysel fenolik ve karotenoid içeriklerinin de önemli ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmada her iki çeşit içinde; temel karotenoid pigmentinin β -karoten, temel fenolik madde ise; Teberze için gallik asit iken, Ağçerik'de kateşinin baskın olduğu saptanmıştır. Çeşitlerin tadını etkileyen şeker ve asit bileşenlerinden malik asit dışında diğerlerinin önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir. Ağçerik çeşidinde glikoz, fruktoz ve sorbitol içeriği önemli ölçüde yüksek iken, tadı etkileyen diğer bileşiklerin Teberze çeşidinde önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, İğdır ilinde yaygın olarak yetiştirilen bu çeşitlerin melezleme çalışmaları için önemli birer gen kaynağı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan aktivite, Fenolik ve karotenoid bileşenler, Genetik kaynak, Organik asit, Şeker

ABSTRACT

Turkey has taken important place for apricot species in terms of diversity and production amount in the World. This diversity in Turkey is provided selection and propagation of this superior genotype that specifically to that region by time. This diversity, it is shown that there is quite difference in the composition of nutrients content of cultivars whose importance in human nutrition. With this study, antioxidant activity, total phenol, total carotenoid content, as well as individual phenolics and carotenoids, individual sugar and acid amounts which effects the consuming quality were investigated in 'Teberze' and 'Ağçerik' apricot cultivars, which are grown significantly higher after the 'Şalak' apricot cultivar in İğdır province. As a result, the genetic structure is quite determinant; the antioxidant activity, total phenol, total carotenoid content, and the individual phenolic and carotenoid contents were found to be significantly higher in 'Teberze' cultivar. In both varieties; the dominant carotenoid pigment is β -carotene. On the other hands, while the main phenolic compound was gallic acid for Teberze, catechin was dominant in 'Ağçerik'. Moreover, the sugar and acid compositions, which affect the taste of the cultivars, were determined significantly different except for malic acid. While the glucose, fructose and sorbitol was significantly higher in 'Ağçerik', other compounds affecting the taste were found to be significantly higher in the 'Teberze' cultivar. As a result, these cultivars, widely grown in İğdır province, are important genetic resource for cross-breeding researches.

Key Words: Antioxidant activity, Phenolic and carotenoid compounds, Genetic resource, Organic acid, Sugar

Giriş

Kayısı (*Prunus armeniaca*) *Rosaceae* familyası ve *Prunoideae* alt familyasına aittir. Kayısı çeşitleri; Merkez Asya, İran-Kafkasya, Avrupa ve Dzhungar-Zailing olmak üzere 4 eko-coğrafik gruba ayrılmaktadır (Kostina, 1969). Asıl orijini olan Çin'de kayısı yetiştiriciliğinin tarihi en az 5000 yılı kapsamaktadır (He ve ark., 2007; Yuan ve ark., 2007). Avrupa kayısı yetiştiriciliği ise Roma imparatorluğunun toprakları üzerinde küçük meyve bitkisi olarak İsa'nın doğumundan sonraki birinci yüzyıldan beri yapılmaktadır. (Faust, 1989). Aynı araştırmacı, iri meyveye sahip olan çeşitlerin oluşturulmasında Türkler tarafından getirilen genotiplerin Macaristan'da 17. yüzyılda seçilmesiyle oluşturduğu hipotezini sunmaktadır. Çin, Merkez Asya ve İran-Kafkasya bölgeleri, Merkez Avrupa ile kıyaslandığında halen yabancı kayısı çeşitliliği için önemli bir limandır (Akpınar ve ark., 2010; Yılmaz ve Gürcan, 2012). İran-Kafkasya bölgesinden Avrupa'ya doğru gidildikçe genetik çeşitlilik azalma eğilimindedir (Bourguiba ve ark., 2012). Günümüzde kayısı temel olarak Akdeniz havzası, eski Sovyetler birliği ülkeleri, İran, Çin, Japonya yanında Güney Afrika ve ABD gibi ülkelerin ılıman bölgelerinde de yetiştirilmektedir. Türkiye'nin 2020 yılı kayısı üretim miktarı 833.398 ton iken İğdır ilinin bu üretimdeki payı 40.207 ton ile yaklaşık %5 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2021). Bununla birlikte, kayısı yetiştiriciliğinde Şalak %85 üretim düzeyi ile ilk sırayı alırken, geri kalan üretim Teberze, Ağarik (Teyvent) ve Ordubat ile gerçekleştirilmektedir (Asma, 2000). Ayrıca, ülke genelinde 2020 yılında ağaç başına verim değeri 47 kg iken, İğdır ilinde bu değer 159 kg olarak belirlenmiştir (Anonim, 2021). Yüksek verimin temel nedeni; kullanılan çeşitlerin o yöreden seleksiyon yöntemiyle seçilmiş olmaları ve bölgenin kayısı yetiştiriciliği için oldukça uygun olan mikroklima bir alan olması gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Birçok ıslah programında; yeme kalitesi iyi, aromalı ve sert, yüksek şeker içeriği, büyük boyut, çekici meyve rengi, hasat sezonunu genişletmek, şarkaya dayanımı sağlamak gibi amaçlar yer

almaktadır (Audergon, 1993; Bassi ve ark., 1993; Ledbetter ve ark., 2006; Karayiannis ve ark., 2008). Bununla birlikte ülkemizde ticari olarak yetiştirilen kayısı çeşitlerinin büyük çoğunluğu seleksiyon yöntemiyle elde edilmekle birlikte, melezleme ıslahıyla çeşit elde etmeye yönelik çalışmalar da yapılmaktadır (Asma ve ark., 2017; Asma ve ark., 2018; Çuhacı ve ark., 2021).

Kayısı meyveleri içerisindeki fenolik bileşiklerden dolayı bağışıklık sistemini uyarma, iltihaplanmaya karşı koruma, antioksidan özelliklerinden dolayı insan sağlığı üzerine yararlı etkilere sahiptir (Madrau ve ark., 2009). Meyve kalitesi üzerine etkili bileşikler arasında; polifenoller en fazla miktarda bulunan doğal antioksidanlardır. Bunlar sağlığa faydalı önemli besinler olması yanında gıda sanayisi için doğal üretim kaynağı potansiyeline sahiptirler (Gómez-Martínez ve ark., 2021). Fitokimyasalların içerik ve miktarları gün ışığına, toprağa, mevsim, olgunlaşma durumuna, tarım bölgesine ve meyve çeşidi gibi değişik faktörlere bağlıdır (Harris, 1977). Yine bu çalışmada toplam polifenol içeriğinin genotipe ve yıla bağlı olarak önemli düzeyde değişirken; miktarsal olarak neoklorojenik asit, klorojenik asit ve flavonoidlerden rutin ve kuersetin-3-glukuronid bileşikleri yüksek düzeyde tespit edilmiştir (Gómez-Martínez ve ark., 2021). İğdır ilinin de içinde yer aldığı Aras vadisinde yapılan başka bir çalışmada 26 yabancı kayısı genotipi ile bölgede yaygın olarak yetiştirilen Aprikoz (Şalak) kayısı çeşidinde meyve kalite parametrelerinin oldukça değişken olmakla birlikte, yabancı genotiplerin önemli gen kaynağı olduğu bildirilmiştir (Geçer ve ark., 2020). Genotip etkisi yanında hasat edilen yıl ve yapılan farklı gübre uygulamalarının meyve kalite parametrelerini etkilediği bildirilmiştir (Karlıdağ ve ark., 2021).

Çalışmamızda yer alan bu genotipler daha önce farklı çalışmalarda pomolojik ve genel kalite parametreleri bakımından incelenmiştir (Özyörük ve Gülerüz, 1992; Muradoğlu ve ark., 2011; Altıkat ve Temiz, 2019). Bu çalışma ile ülkemiz için önemli gen kaynağı olabilme özelliğine sahip 'Teberze' ve 'Ağarik' kayısı çeşitlerinde bildiğimiz

kadarıyla ilk kez meyve kalite parametreleri (bireysel polifenoller ve karotenoidler) detaylı bir şekilde ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada materyal olarak İğdır ilinde yetiştirilen 'Teberze' ve 'Ağçerik' çeşidine ait ticari olgunluğa ulaşan meyveler kullanılmıştır. Çiftçi koşullarında yetiştirilen 10-15 yaşındaki sağlıklı olan ağaçlardan 3 Temmuz 2020 tarihinde 'Teberze' çeşidi hasat edilirken, 'Ağçerik' çeşidi ise 16 Temmuz 2020 tarihinde meyveler hasat edilerek Çukurova Üniversitesine gönderilmiştir. Alınan meyveler analiz tarihine kadar -80 °C'de aynı Üniversitenin Gıda Mühendisliği bölümünde tutulmuştur.

Metot

Toplam karotenoid analizi

Kayısı örneklerinin toplam karotenoid miktarları için Lee ve ark. (2001)'nin geliştirdiği yöntem temel alınmıştır. Bu yöntemde 5 g kayısı pulpu teflon bir tüpe aktararak üzerine 10 mL ekstraksiyon çözeltisi (hekzan:aseton:metanol/50:25:25, %0.1 BHT içerikli) ilave edilmiştir. Bu işlemi takiben bir karıştırma uygulandıktan hemen sonra santrifüjleme işlemine (4000 rpm, 10 dakika, 4 °C) geçilmiştir. Santrifüjleme sonrası vakit kaybetmeden 450 nm'de absorpsiyon ölçümü gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Toplam karotenoid} \left(\frac{\text{mg}}{100 \text{ g}} \right) = \frac{\text{Absorbans} * \text{SF}}{E^{1/2}} * 1000 \quad (1)$$

SF: Seyreltme faktörü

$E^{1/2}$ = Ekstinksiyon katsayısı (2505)

Antioksidan aktivite analizi

Antioksidan aktivite (AA) analizinde Klimczak ve ark. (2007) tarafından önerilen spektrofotometrik yöntemde bazı değişiklikler yapılarak kayısı ekstraktı için uygun hale getirilmiştir. Çalışmada 5 g kayısı 50 mL'ye %80'lik metanol ile tamamlanmış

ve santrifüj işlemi (4 °C, 10 dakika 6000 rpm) gerçekleştirilmiştir. Antioksidan aktivite analizi için 100 µL ekstrakt alınıp, üzerine 3000 µL 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH*; %80 metanolda 0.05 g L⁻¹) ilave edilmiştir. Bunu takiben örnekler karıştırılmış ve reaksiyonun dengeye gelmesi için karanlıkta bir saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örneklerin absorpsiyonu %80 metanol çözeltisine karşı dalga boyu 515 nm'ye ayarlı spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Massachusetts, USA, 2005) ölçülmüştür. Örneklerin AA değerleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak DPPH'in inhibisyon %'si olarak ifade edilmiştir.

$$AA (\%) = \frac{A_K - A_0}{A_K} \times 100 \quad (2)$$

A_K: Kontrolün absorpsiyon değeri

A₀: Örneğin absorpsiyon değeri

DPPH*'in inhibisyon yüzdeleri belirlendikten sonra aynı yöntemle oluşturulan troloks eşdeğer grafiği (50-1000 mg L⁻¹) kullanılarak örneklerin DPPH* inhibisyon yüzdeleri eşdeğer troloks değerlerine dönüştürülmüştür.

Toplam fenolik içeriği analizi

Kayıslar yüksek devirli parçalayıcıda parçalandıktan sonra elde edilen karışımdan 5 g örnek 50 mL'lik santrifüj tüpüne aktarılmış ve üzerine 45 mL %80'lik MeOH çözeltisinden ilave edilmiştir. Santrifüj tüpü vortekste 30 saniye karıştırıldıktan sonra santrifüj (6000 rpm, 4 °C, 10 dakika) işlemine geçilmiştir. Berrak kısımdan 100 µL alınıp üzerine 200 µL Folin-Ciocalteu, 3000 µL saf su eklenip 10 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda çözelti üzerine 100 µL %20'lik Na₂CO₃ eklenip 2 saat karanlık bir ortamda bekletildikten sonra Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS spektrofotometre' de (Massachusetts, USA, 2005) 765 nm dalga boyunda şahide karşı okunmuştur. Örneklerde ölçülen absorpsiyon değerinin gallik asit cinsinden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile hazırlanmış olan standart eğrinin denkleminde hesaplanmıştır. Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı 'mg gallik asit kg⁻¹' cinsinden ifade edilmiştir (Abdullakasıim ve ark., 2007).

Şeker-organik asitlerin analizi

Analiz için kayısılar öncelikle yüksek devirli parçalayıcıda parçalanmıştır. Bu karışımdan 1 g alınıp 15 mL'lik santrifüj tüpüne aktarılmış ve üzerine ağırlık 10 gram oluncaya kadar ultra saf su ilave edilmiştir. Tüpler karıştırıldıktan sonra santrifüj (6000 rpm, 4 °C, 10 dakika) işlemine yapılmıştır. Elde edilen üstteki berrak kısım alınıp, 0.45 µm'lik naylon filtrelerden geçirilerek enjeksiyon şişeleri hazırlanmıştır. Daha sonra elde edilen ekstrakt doğrudan HPLC-DAD-RID sistemine (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) enjekte edilmiştir. Mobil faz olarak 5 mM H₂SO₄ çözeltisi kullanılmıştır. Örneklerdeki şeker içeriği g 100 g⁻¹, organik asit miktarları ise mg kg⁻¹ cinsinden ifade edilmiştir.

Fenolik bileşen analizi

Kayısı meyvesinin fenolik bileşenleri HPLC-DAD (Shimadzu, LC-20AT, Kyoto, Japonya, 2006) ile belirlenmiştir. Toplam fenolik analizi için elde edilen ana stok ekstrakt, 0.45 µm gözenek çapına sahip PTFE filtreden geçirildikten sonra enjeksiyon şişesi hazırlanmıştır (Ağcam ve Akyıldız, 2015). Kayısı meyvesi fenolik bileşenlerinin tanımlanması sırasında sertifikalı ve yüksek saflıkta standart maddeler kullanılmıştır.

Karotenoid bileşen analizi

Karotenoid bileşen analizi HPLC-DAD sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Bunun için Meléndez-Martínez ve ark. (2007) tarafından geliştirilen ekstraksiyon yöntemi temel alınmıştır. Kayısı meyvesi karotenoid bileşenlerinin tanımlanması sırasında sertifikalı ve yüksek saflıkta standart maddeler kullanılmıştır. Bu standartları oluşturulan kalibrasyon eğrileri piklerin hesaplanmasında kullanılmıştır.

İstatistiksel analizler

Çalışmada meyve kalite kriterleri 3 yinelemeli olarak yapılmış olup, her yinelemede tek ağaç ve her ağaçtan en az 30 meyve kullanılmıştır. Çeşitlere ait sonuçlar arasındaki farklılık JMP paket programında kullanılarak 't testi' ile karşılaştırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kayısı çeşitlerine ait toplam karotenoid, fenolik ve antioksidan aktivitesi

Çalışmada çeşitlere ait insan sağlığı üzerinde önemli etkileri olan toplam karotenoid, fenolik ve antioksidan aktivitesi gibi değerler Çizelge 1'de bildirilmiştir. Bu parametreler açısından çeşitler arasında güçlü düzeyde farklılık olduğu yapılan istatistik analiz sonucunda belirlenmiştir. Teberze çeşidinin incelenen bütün parametreler açısından bariz şekilde üstün olduğu görülmektedir. Bu kapsamda; Sochor ve ark. (2010), 21 tane seçilmiş kayısı çeşidinde antioksidan kapasitesini taze ağırlık cinsinden 1.5 ile 142.6 mg TE 100g⁻¹ olarak, toplam fenol değerini ise 41 ile 170 mg GAE 100g⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Su ve ark. (2020) ise; çalışmalarında yerel kayısı çeşitlerinde antioksidan aktivitesi değerlerinin 61.72 ile 135.52 mg TEs 100g⁻¹ arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise; Çalışkan ve ark. (2012), Türk çeşitleri, İran-Kafkasya ve Avrupa eko-coğrafik grupların melezlenmesi ile elde edilen hibritler ve Türkiye'nin Akdeniz bölgesinin doğusunda yetiştirilen bazı önemli kayısı çeşitlerinde meyve kalitesi ve fitokimyasal özellikleri iki yıl boyunca incelemişlerdir. Bu çalışmada çeşitlere bağlı olarak taze ağırlık cinsinden fenolik madde miktarları 14.4-177.1 mg GAE 100g⁻¹, antioksidan aktivitesi ise; 2.3-12.3 mmol Fe⁺² kg⁻¹ düzeyinde değiştiği tespit edilmiştir. Yine ülkemizde yapılan başka bir çalışmada ise, Geçer ve ark. (2020), yabancı olarak yetişen kayısı genotiplerinde fenol içeriğinin 34.2 ile 52.8 mg GAE 100g⁻¹ arasında değiştiğini bildirilmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatürle genel olarak uyumlu olmakla birlikte genetik yapının önemi açık şekilde mevcut çalışmada da görülmüştür. Bu bilgilere ek olarak, Hallmann ve ark. (2019), organik olarak yetiştirilen kayısılarda biyolojik olarak aktif olan bileşiklerin (fenoller ve karotenoidler) konvensiyonel olarak yetiştirilenlere kıyasla daha yüksek olduğunu bildirilmiştir.

Çizelge 1. Kayısı çeşitlerine ait toplam karotenoid, fenolik ve antioksidan aktivitesi değerleri

Table 1. Total carotenoid, phenolic and antioxidant activity values of apricot varieties.

	Çeşit Variety		t _{hesap}
	Ağerik	Teberze	
Toplam karotenoid (mg kg ⁻¹) Total carotenoid (mg kg ⁻¹)	2.78 b	9.32 a	18.2
Toplam fenolik (mg kg ⁻¹) Total phenolic (mg kg ⁻¹)	87.3 b	435.4 a	14.0
Antioksidan aktivitesi (mg TE kg ⁻¹) Antioxidant activity (mg TE kg ⁻¹)	335.1 b	1429.1 a	11.2

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir

(2): t_{cetvel}= 2.78

Turuncu renkli meyve etine sahip 'Teberze' çeşidinde beklendiği şekilde, beyaz meyve et rengine sahip olan Ağerik'e kıyasla karotenoid içeriğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer durum Ruiz ve ark. (2005) tarafından da bildirilmiştir. Flavonoidler bitkilerdeki doğal ürünlerin en büyük ve yaygın grubudur. Bunlar bitki rengine katkı sağlaması yanında birçoğunun aktif antioksidan bileşikler olması nedeniyle insanlar için önemlidir (Rai ve ark., 2016). Bilindiği üzere β-karoten, A vitaminin öncül maddesidir. Kayısı meyvesinde toplam karotenoidin büyük çoğunluğu β-karoten'den karşılanmaktadır. Her ne kadar günlük 30 g alınan kuru kayısının önerilen A vitamini ihtiyacını karşılayabildiği bildirilse de (Drogoudi ve ark., 2008), görüldüğü gibi bu durum tüketilen genotipe bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Sonuçlar doğrultusunda ise; turuncu renge sahip olan genotiplerin tüketiciler tarafından yüksek besin içeriğinden dolayı tercih edilmesi önerilmektedir.

Kayısı çeşitlerine asit şeker bileşenleri ve organik asit değerleri

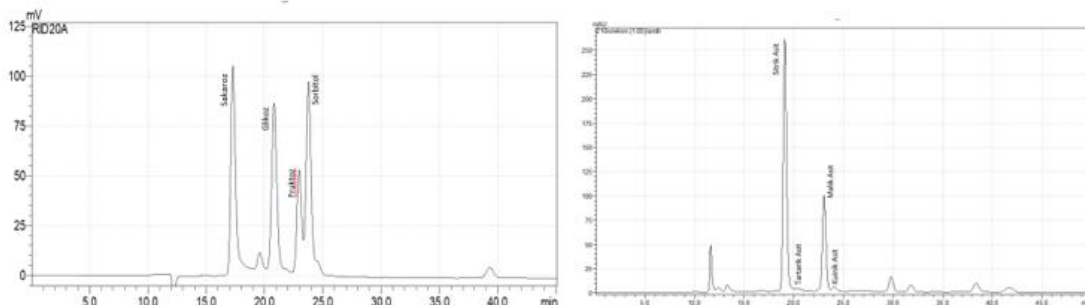
Kayısı çeşitlerine ait meyve tadını etkileyen bireysel şeker ve organik asit değerleri Çizelge 2'de kromatogram görüntüleri ise Şekil 1'de sunulmuştur. Bu kapsamda meyvelerdeki şeker ve organik asit profilinin malik asit dışında oldukça farklı olduğu görülmüştür. Teberze çeşidinde sakaroz ve malik asit dışındaki diğer meyve asitleri önemli ölçüde yüksek iken, Ağerik'de glikoz, fruktoz ve sorbitol'ün sırasıyla 2.95, 0.88 ve 1.91 g 100g⁻¹ değerleri ile 'Teberze'ye kıyasla önemli ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Kayısı çeşitlerine ait bireysel şeker (g 100g⁻¹) ve organik asit değerleri (mg kg⁻¹)Table 2. Individual sugar (g 100g⁻¹) and organic acid values (mg kg⁻¹) of apricot varieties

Bireysel şekerler Individual sugars	Çeşit Variety		t _{hesap}
	Ağerik	Teberze	
Sakaroz Sucrose	5.33 b	8.57 a	18.5
Glikoz Glucose	2.95 a	1.90 b	16.2
Fruktoz Fructose	0.88 a	0.60 b	12.7
Sorbitol Sorbitol	1.91 a	0.77 b	27.4
Bireysel Asitler Individual acids			
Malik Asit Malic acid	4066.9	3888.7	Ö. D.
Sitrik asit Citric acid	927.5 b	10987.1 a	50.4
Tartarik Asit Tartaric acid	55.3 b	376.4 a	8.88
Kuinik Asit Quinic Acid	763.5 b	1123.4 a	4.47
Askorbik Asit Ascorbic acid	1.63 b	1.79 a	2.86

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir

(2): Ö.D.: Önemli Değil. t_{cetvel} = 2.78



Şekil 1. Yüksek performans sıvı kromatografisinde tespit edilen bireysel şeker ve asit pikleri
Figure 1. Individual sugar and acid peaks detected in high performance liquid chromatography

Kayısı meyveleri temel olarak fruktoz, sorbitol, glikoz ve sakarozdan oluşan 4 temel şekeri içerdiği bildirilmiştir (Fan ve ark., 2017). Çalışmamızla benzer şekilde, İmrak ve ark. (2017), seçilmiş genotipler ve 'Hacihaliloğlu' çeşidinde taze ağırlık cinsinden en baskın şekerin sakaroz olduğunu bildirmişlerdir. Karataş ve Şengül (2020), sakaroz içeriğinin çeşide göre değişmekle birlikte; 1.83 ile 3.97 g 100g⁻¹ arasında ölçmüşlerdir. Başka bir çalışmada ise, Su ve ark. (2020) çalışmalarında yerel kayısı çeşitlerinde baskın şekerin sakaroz ve organik asidin malik asit olduğunu; bunların ise çeşidi göre değişmekle birlikte sırasıyla %32.94-42.49 ve %69.21-76.75 arasında olduğu belirlenmiştir. Çalışmada yer alan Ağçerik'de benzer durum olmasına karşın, Teberze'de baskın asidin sitrik asit olduğu görülmektedir. Naryal ve ark. (2019), çalışmalarında 6 farklı lokasyondan elde edilen 108 genotipte şeker içeriğindeki değişimler incelemiştir. Artan yükseklikle birlikte şeker içeriğinin doğru orantılı ($r^2 = 0.877$) arttığı bildirilmiştir. Her yüz metrelik artış sonucunda toplam şeker içeriğinin kuru ağırlık cinsinden 64.8 mg g⁻¹ arttığını bildirilmiştir. Şeker kompozisyonu incelendiğinde; sakarozun en baskın (%57.8), bunu glikoz (% 19.4) ve fruktozun (%14.3) izlediği, en düşük oranın ise %8.4 ile sorbitol olduğu bildirilmiştir. Artan yükseklikle birlikte sakaroz ve sorbitol içeriği artarken, fruktoz farklı tepki göstererek azaldığı bildirilmiştir. Görüldüğü gibi şeker ve organik asit kompozisyonu genotipe göre değişmekle birlikte, bakım ve yetiştirme koşullarında bu içerikler üzerine etkili olabileceği görülmüştür. Çalışmamızda, temel organik asitlerin yanında incelenen kayısı çeşitlerinde kuinik, tartarik ve askorbik asitlerde belirlenmiştir. Çalışma sonuçları önceki çalışmalar ile uyumlu olmakla birlikte, genotipin etkisi ve genotip içerisinde şeker ve organik asit kompozisyonunun

oldukça farklı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak 'Ağçerik' çeşidinin düşük organik asit içeriğinden dolayı ile 'Teberze' çeşidine kıyaslandığında tüketildiğinde daha tatlı hissi oluşturacağı belirlenmiştir.

Kayısı çeşitlerine ait bireysel fenolik bileşen içerikleri

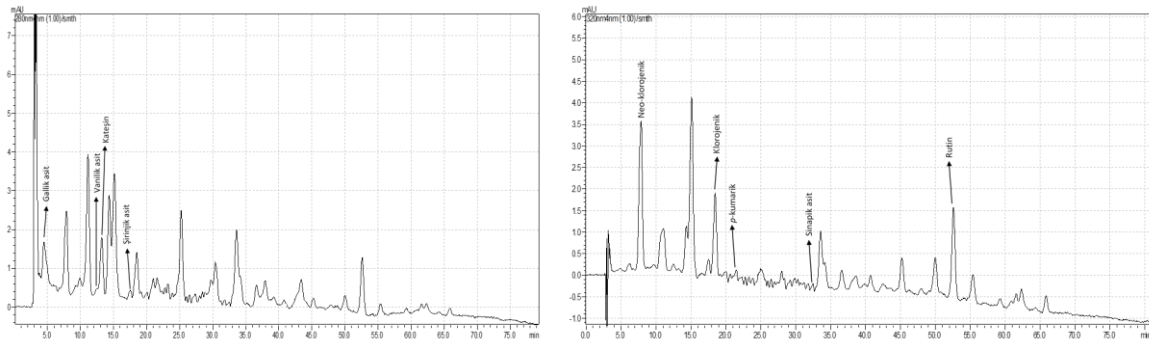
Çalışmada çeşitlere ait bazı önemli fenolik maddeler Çizelge 3'te ve Şekil 2'de gösterilmiştir. Beklendiği şekilde toplam fenolik madde içeriğine paralel olarak Teberze çeşidinde kateşin, *p*-kumarik asit ve sinapik asit dışındaki asitlerin istatistiksel açıdan önemli ölçüde yüksek olduğu görülmüştür. Bu fenol bileşiklerin ise iki çeşitte de benzer düzeylerde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Kayısı çeşitlerine ait bireysel fenolik bileşen içerikleri (mg kg⁻¹)
Table 3. Individual phenolic component contents of apricot varieties (mg kg⁻¹)

Bireysel Fenoller <i>Individual phenols</i>	Çeşit <i>Variety</i>		t _{hesap}
	Ağçerik	Teberze	
Gallik Asit <i>Galic acid</i>	2.1 b	30.9 a	211
Vanilik <i>Vanilic</i>	2.0 b	3.4 a	3.57
Kateşin <i>Catechin</i>	11.8	16.7	Ö. D.
Şirinjik <i>Sirinjik</i>	0.24 b	0.63 a	5.0
Klorojenik Asit <i>Chlorogenic Acid</i>	1.15 b	7.12 a	4.44
<i>p</i> -kumarik Asit <i>p-coumaric Acid</i>	0.19	0.26	Ö. D.
Sinapik <i>Synapic</i>	0.19	0.17	Ö. D.
Rutin <i>Rutin</i>	3.96 b	28.4 a	16.4
Neo-klorojenik Asit <i>Neo-chlorogenic Acid</i>	1.0 b	8.0 a	5.25

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir

(2): Ö.D.: Önemli Değil. t_{ctvel} = 2.78



Şekil 2. Yüksek performans sıvı kromatografisinde tespit edilen bireysel fenol pikleri
Figure 2. Individual phenol peaks detected in high performance liquid chromatography

Kayısı meyvelerinde; kafeik asit, ferulik asit, kateşin, epikateşin, *p*-kumarik asit gibi çeşitli fenolik bileşikler tanımlanmıştır (Dragovic-Uzelac ve ark., 2005; Sochor ve ark., 2010). Bu kapsamda Radi ve ark. (1997), kayısıda bulunan; klorojenik ve neo-klorojenik asit, (+)-kateşin, (-)-epikateşin ve rutin (kuersetin-3-rutinosit) 'in temel fenolik bileşikler olduğunu bildirmiştir. Benzer sonuçlar Campbell ve ark. (2013) tarafından da bildirilmiştir. Bu araştırmacılar 5 kayısı çeşidinde kateşin, klorojenik asit ve neo-klorojenik asidin baskın fenolik bileşikler olduğunu tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada Su ve ark. (2020) toplamda 9 adet fenolik bileşik tanımlamışlar, toplam fenolik içeriğinin ise %50.71 ile 74.05'ini oluşturan kuercetin-3-rutinozid çeşide bağlı olarak 26.14 ile 60.13 mg 100g⁻¹ arasında değiştiğini saptamışlardır. Elde edilen bulgular genel olarak önceki çalışmalarla uyumlu olmakla birlikte, bunların aksine önemli düzeyde gallik asit içeriği tespit edilmiştir. Yerli kayısı çeşitlerinin yer aldığı Gündoğdu ve ark. (2013), çalışmasında kayısı çeşitlerinin erkencilik durumuna göre gallik asit içeriğinin değiştiği, benzer şekilde daha erken dönemde hasat edilen 'Teberze' çeşidinde gallik asit içeriğinin önemli ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte önceki çalışmalarla uyumlu şekilde meyvelerde rutin ve kateşin içeriği tespit edilmiştir. Bu fenolik bileşikler arasında klorojenik ve neo-klorojenik asidin akciğer kanserini önlemede kimyasal önleyici olduğu bildirilmiştir (Noratto ve ark., 2009). Bu bilgiler dâhilinde daha yüksek klorojenik ve neo-klorojenik asitleri içeren 'Teberze' çeşidi 'Ağerik'e kıyasla daha ön plana çıkmıştır. Ayrıca, Uğur ve ark. (2018), klorojenik asit düzeyinin güçlü bir

şekilde mevsime bağlı olduğunu bildirmiştir. Erken dönemde (Nisan) olgunlaşan meyvelerde, orta (Temmuz) ve geç (Kasım) döneme kıyasla çok daha fazla klorojenik asit olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar hasat dönemleri yakın olsa bile çalışmamızda da benzer şekilde daha erkenci (13 gün) olan 'Teberze' çeşidinde klorojenik asit içeriği 7.1 mg kg⁻¹ değeriyle 'Ağerik' çeşidine (1.2 mg kg⁻¹) kıyasla önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Bireysel fenoller üzerine genotipin etkisinin yüksek olması yanında incelen kayısı çeşitlerinde vanilik, şirinjik ve sinapik asit içeriklerinin de oldukça farklı olduğu tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarla birlikte genel olarak değerlendirildiğinde hasat olumu daha erken olan çeşitte daha yüksek fenolik madde içeriği tespit edilmiştir.

Kayısı çeşitlerine ait karotenoid bileşen içerikleri

Çalışmada çeşitlere ait bireysel karotenoid değerleri Çizelge 4'te, bunlara ait kromatogram sonuçları ise Şekil 3'te gösterilmiştir. Bu kapsamda toplam karotenoid içeriğini doğrular nitelikte 'Teberze' çeşidinde bireysel karotenoid değerleri istatistiksel açıdan önemli ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma ile birlikte özellikle toplam karotenoid içeriğinin %70-85'ini oluşturan β -karotenin önemli düzeyde arttığı bildirilmiştir (Dragovic-Uzelac ve ark., 2007). Çalışmamızda da benzer şekilde toplam karotenoid içeriğinin büyük çoğunluğunu β -karoten oluşturmaktadır. Bu çalışmada β -karoten değeri 'Teberze' çeşidinde 269 μ g 100g⁻¹ iken, 'Ağerik' çeşidinde bu değer 73.7 μ g 100g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Dragovic-Uzelac ve ark. (2007) ise üç kayısı çeşidinde β -karoten içeriğini 585.4- 1374.95 μ g 100 g⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Benzer şekilde β -karoten'in temel

karotenoid olduğu ve bunun toplam karotenoid içeriğinin %60-70'ini oluşturduğu belirlenmiştir (Radi ve ark., 1997; Ruiz ve ark., 2005; Sass-Kiss ve ark., 2005).

Çizelge 4. Kayısı çeşitlerine ait karotenoid pigment madde değerleri ($\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)

Table 4. Carotenoid pigment values of apricot varieties ($\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)

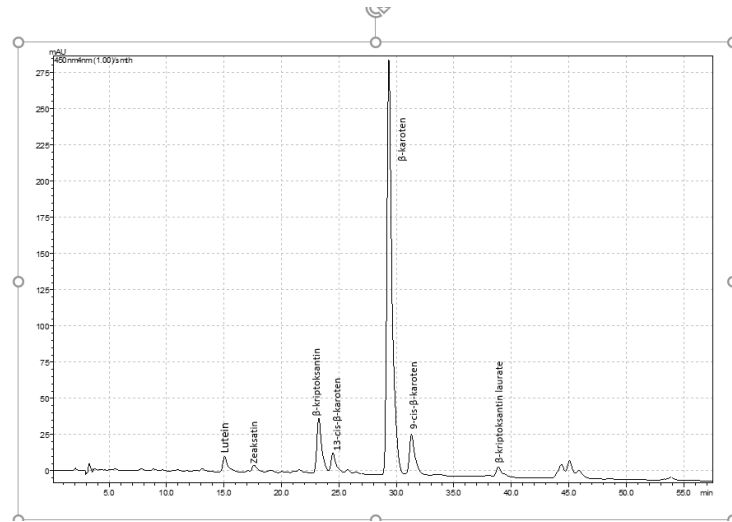
Pigment adı Pigment name	Çeşit Variety		t_{hesap}
	Ağerik	Teberze	
lutein	1.1 b	3.5 a	19.5
zeaksantin	0.5 b	1.8 a	6.13
β -kriptoksantin	6.4 b	30.5 a	22.9
13- <i>cis</i> - β -karoten	3.0 b	11.6 a	26.3
β -karoten	73.7 b	269.1 a	17.6
9- <i>cis</i> - β -karoten	4.5 b	21.4 a	29.9
β -kriptoksantin laurat	0.36 b	4.40 a	18.6

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir

(2): Ö.D.: Önemli Değil. $t_{\text{cetvel}} = 2.78$

Bu çalışmalar arasında Ruiz ve ark. (2005), 37 kayısı çeşidinde temel karotenoid pigmentinin β -

karoten olduğunu, bunu ise β -kriptoksantin ve γ -karoten izlediğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da her iki çeşit içinde β -karotenin ardından en yüksek karotenoid pigmentinin β -kriptoksantin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Ruiz ve ark. (2005), çalışmalarında baskın olarak bulunan β -karoten oranının %48 (beyaz etli) ile %88 (turuncu renkli) arasında meyve rengine göre değiştiği saptamışlardır. Diğer karotenoid pigmentlerinden β -kriptoksantin turuncu renklilerde %5 iken sarı renkli kayıslarda %28 düzeyinde olduğu, diğer pigment γ -karoten ise turuncu renklilerde %5 düzeyinde iken, beyaz meyve etine sahip çeşitlerde %26 düzeyinde olduğunu tespit etmişlerdir. Bunların yanında mevcut çalışmada düşük miktarlarda da olsa 9-*cis*- β -karoten, 13-*cis*- β -karoten, β -kriptoksantin laurat, lutein ve zeaksantin pigmentleri de her iki çeşitte de belirlenmiştir.



Şekil 3. Yüksek performans sıvı kromatografisinde tespit edilen bireysel karotenoid pikleri
Figure 3. Individual carotenoid peaks detected in high performance liquid chromatography

Görüldüğü gibi önceki parametrelerde olduğu gibi karotenoid pigmentlerine ait değerlerde de çeşide özgü önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir. Meyve dış rengi turuncu olan 'Teberze' çeşidinin bireysel fenollerde olduğu gibi, karotenoid pigmentler bakımından da zengin olduğu saptanmıştır.

Sonuçlar

Dünyada kayısı anavatanları içerisinde yer alan ülkemizde çeşitliliğin oldukça yüksek olduğu

bilinmektedir. Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin büyük çoğunluğu seleksiyon yöntemiyle elde edilmelerine yanında, son yıllarda farklı meyve özellikleri bünyesinde bulunduran genotiplerin melezlenmesiyle hedefe uygun istenilen özelliklerde çeşit geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. İnsan sağlığı üzerine olumlu etkileri her geçen gün daha iyi anlaşılan meyve antioksidanları ve bunu etkileyen bileşiklerin içeriklerini ortaya çıkaran çalışmaların önemi artmaktadır. Çalışmada yer alan 'Teberze' ve 'Ağerik' lğdır ilinde Şalak kayısı çeşidinden

sonra en yüksek miktarda üretimi yapılan önemli kayısı çeşitlerimizdendir. Bu çalışma ile Iğdır iline özgü 'Teberze' ve 'Ağerik' çeşitlerine ait bazı önemli meyve kalite parametreleri ortaya çıkarılmıştır. Yüksek fenolik madde ve antioksidan içeriğinden dolayı 'Teberze' çeşidi besin içeriğini arttırmak amacıyla, yüksek şeker yanında düşük asit içeriği ile meyve tadını geliştirmeye yönelik çalışmalarda 'Ağerik' çeşidi melezleme çalışmalarında genitör olarak kullanılabilir. Her iki çeşitten de aynı miktarlarda tüketilmesi durumunda alınan besin içeriğinin 4 kata kadar farklılık gösterebildiği belirlenmiştir. Bu sebeple günlük besin ihtiyacımızın kayısı miktarından ziyade, tüketilen çeşide bağlı olarak önemli düzeyde değiştiği bu çalışma ile bir kez daha anlaşılmıştır. Meyve renginin tüketiciler için güçlü bir işaret olduğu; turuncu renge sahip (Teberze) çeşitlerde fenolik madde ve buna bağlı olarak antioksidan aktivitenin beyaz renkli meyve etine sahip (Ağerik) çeşide kıyasla yüksek olabileceği görülmüştür. Sonuç olarak ise; bundan sonraki çalışmalarda Ülkemizde yer alan kayısı çeşit veya yabancı olarak gelişen seçilmiş genotiplerde benzer çalışmalar yapılarak gen kaynaklarımızın fitokimyasal içerikleri detaylı şekilde ortaya çıkarılması ıslah programları için büyük önem taşımaktadır.

Ekler

Bu çalışmada yer alan Iğdır yöresine özgü olan çeşitlere ait meyveleri bize gönderdiği için Iğdır Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü'nde görev yapan Dr. Öğr. Üye. Eren ÖZDEN'e teşekkür ederiz.

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

Yazar Katkısı: MAS çalışmayı tasarlamış, denemeleri kurmuş ve makaleyi yazmış, EA verileri analiz etmiş ve tüm yazarlar çalışmayı birlikte yürütmüştür.

Kaynaklar

- Abdullakasim, P., Songchitsomboon, S., Techagumpuch, M., Balee, N., Swatsitang, P., & Sungpuag, P. (2007). Antioxidant capacity, total phenolics and sugar content of selected Thai health beverages. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(1), 77-85. DOI: <https://doi.org/10.1080/09637480601140946>
- Agcam, E., & Akyıldız, A. (2015). Effects of different solvents and acid concentrations on extraction of anthocyanins from black carrot pomace. *GIDA-Journal of Food*, 40(3), 149-156.
- Akpınar, A. E., Koçal, H., Ergül, A., Kazan, K., Şelli, M. E., Bakır, M., Kaymak, S., & Sarıbaş, R. (2010). SSR-based molecular analysis of economically important Turkish apricot cultivars. *Genetics and Molecular Research*, 9(1), 324-332.
- Altıkat, S., & Temiz, Ş. (2019). Iğdır İli Kayısı Çeşitlerinin Fiziko-Mekanik ve Bazı Kimyasal Özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3), 373-381. DOI: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.521570>.
- Anonim, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. Retrieved from: <https://www.tuik.gov.tr/>.
- Asma, B. M. (2000). *Kayısı Yetistirciliği*. Malatya: Evin Ofset.
- Asma, B. M., Karaat, F. E., Çuhacı, Ç., Doğan, A., & Karaca, H. (2017). Türkiye'de Kayısı Islah Çalışmaları ve Islah Edilen Yeni Çeşitler. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(11), 1429-1438. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i11.1429-1438.1292>.
- Asma, B. M., Murathan, Z. T., Kan, T., Karaat, F. E., Birhanlı, O., & Erdoğan, A. (2018). 'Eylül': A new late ripening apricot cultivar for fresh market. *HortScience*, 53(6), 902-903. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13038-18>.
- Audergon, J. M. (1993). Variety and breeding. *Acta Horticulturae*, 384, 35-45.
- Bassi, D., Bellini, E., Guerriero, R., Monastra, F., & Pennone, F. (1993). Apricot breeding in Italy. In *X International Symposium on Apricot Culture 384* (pp. 47-54). DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.384.3>.
- Bourguiba, H., Audergon, J. M., Krichen, L., Trifi-Farah, N., Mamouni, A., Trabelsi, S., ... & Khadari, B. (2012). Loss of genetic diversity as a signature of apricot domestication and diffusion into the Mediterranean Basin. *BMC Plant Biology*, 12(1), 1-17. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2229-12-49>.
- Campbell, O. E., Merwin, I. A., & Padilla-Zakour, O. I. (2013). Characterization and the effect of maturity at harvest on the phenolic and carotenoid content of northeast USA apricot (*Prunus armeniaca*) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(51), 12700-12710. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf403644r>.
- Çalışkan, O., Bayazit, S., & Sumbul, A. (2012). Fruit quality and phytochemical attributes of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars as affected by genotypes and seasons. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2), 284-294. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha4028044>.
- Çuhacı, Ç., Karaat, F. E., Uğur, Y., Erdoğan, S., & Asma, B. M.

- (2021). Fruit quality and biochemical characteristics of new early ripening apricots of Turkey. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1), 841-850. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00685-w>
- Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D., & Boras, M. (2007). The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food Chemistry*, 102(3), 966-975.
- Dragovic-Uzelac, V., Pospisil, J., Levaj, B., & Delonga, K. (2005). The study of phenolic profiles of raw apricots and apples and their purees by HPLC for the evaluation of apricot nectars and jams authenticity. *Food Chemistry*, 91(2), 373-383. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.004>.
- Drogoudi, P. D., Vemmos, S., Pantelidis, G., Petri, E., Tzoutzoukou, C., & Karayiannis, I. (2008). Physical characters and antioxidant, sugar, and mineral nutrient contents in fruit from 29 apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars and hybrids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22), 10754-10760. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf801995x>.
- Fan, X., Zhao, H., Wang, X., Cao, J., & Jiang, W. (2017). Sugar and organic acid composition of apricot and their contribution to sensory quality and consumer satisfaction. *Scientia Horticulturae*, 225, 553-560. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.016>.
- Faust, M. (1989). *Physiology of Temperature Zone Fruit Trees*. New York: John Wiley and Sons.
- Geçer, M. K., Kan, T., Gundogdu, M., Ercisli, S., İlhan, G., & Sagbas, H. I. (2020). Physicochemical characteristics of wild and cultivated apricots (*Prunus armeniaca* L.) from Aras valley in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67(4), 935-945. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-020-00893-9>.
- Gómez-Martínez, H., Bermejo, A., Zuriaga, E., & Badenes, M. L. (2021). Polyphenol content in apricot fruits. *Scientia Horticulturae*, 277, 109828. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109828>.
- Gündoğdu, M., Kan, T., & Gecer, M. K. (2013). Vitamins, flavonoids, and phenolic acid levels in early-and late-ripening apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars from Turkey. *HortScience*, 48(6), 696-700. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.6.696>.
- Hallmann, E., Rozpara, E., Słowianek, M., & Leszczyńska, J. (2019). The effect of organic and conventional farm management on the allergenic potency and bioactive compounds status of apricots (*Prunus armeniaca* L.). *Food Chemistry*, 279, 171-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.018>.
- Harris, R.S. (1977). Effect of agricultural practices on the content of foods. R.S. Harris, Karmas (Eds.), *Nutritional evaluation of food processing*, The Avi Publishing Company Inc., Westport, CT (1977), pp. 35-37.
- İmrak, B., Küden, A., Yurtkulu, V., Kafkas, E., Ercisli, S., & Kafkas, S. (2017). Evaluation of some phenological and biochemical characteristics of selected new late flowering dried apricot cultivars. *Biochemical Genetics*, 55(3), 234-243. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10528-017-9792-y>.
- Karataş, N., & Şengül, M. (2020). Some important physicochemical and bioactive characteristics of the main apricot cultivars from Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(6), 651-661.
- Karayiannis, I., Thomidis, T., & Tsaftaris, A. (2008). Inheritance of resistance to Plum pox virus in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Tree Genetics & Genomes*, 4(2), 143-148. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11295-007-0095-z>.
- 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: <https://doi.org/10.29050/harranziraat.788317>.
- Klimczak, I., Małacka, M., Szlachta, M., & Gliszczyńska-Świątło, A. (2007). Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4), 313-322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.02.012>.
- Kostina, K. F. (1960). The use of varietal resources of apricots for breeding. *Trud. nikit. bot. Sad.(Trans. Nikita bot. Gdn.)*, 40, 45-63.
- Ledbetter, C., Peterson, S., & Jenner, J. (2006). Modification of sugar profiles in California adapted apricots (*Prunus armeniaca* L.) through breeding with Central Asian germplasm. *Euphytica*, 148(3), 251-259. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-005-9016-0>.
- Lee, H. S., & Castle, W. S. (2001). Seasonal changes of carotenoid pigments and color in Hamlin, Earlygold, and Budd Blood orange juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(2), 877-882. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf000654r>.
- Madrau, M. A., Piscopo, A., Sanguinetti, A. M., Del Caro, A., Poiana, M., Romeo, F. V., & Piga, A. (2009). Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *European Food Research and Technology*, 228(3), 441-448. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0951-6>.
- Meléndez-Martínez, A. J., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2007). Provitamin A carotenoids and ascorbic acid contents of the different types of orange juices marketed in Spain. *Food Chemistry*, 101(1), 177-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.023>.
- Muradoğlu, F., Pehlivan, M., Gündoğdu, M., & Tuncay, K. A. Y. A. (2011). İğdir yöresinde yetiştirilen bazı kayısı genotiplerin fizikokimyasal özellikleri ile mineral içerikleri. *İğdir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 17-22.
- Naryal, A., Acharya, S., Bhardwaj, A. K., Kant, A., Chaurasia, O. P., & Stobdan, T. (2019). Altitudinal effect on sugar contents and sugar profiles in dried apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*, 76, 27-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.11.003>.
- Noratto, G., Porter, W., Byrnes, D., & Cisneros-Zevallos, L. (2009). Identifying peach and plum polyphenols with chemopreventive potential against estrogen-independent breast cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(12), 5219-5226. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf900259m>.
- Özyörük, C., Güler, M. (1992). İğdir ovasında yetişen kayısı çeşitleri üzerinde pomolojik biyolojik ve

- fenolojik araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1), 16-28.
- Radi, M., Mahrouz, M., Jaouad, A., Tacchini, M., Aubert, S., Hugues, M., & Amiot, M. J. (1997). Phenolic composition, browning susceptibility, and carotenoid content of several apricot cultivars at maturity. *HortScience*, 32(6), 1087-1091. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.32.6.1087>.
- Rai, I., Bachheti, R. K., Saini, C. K., Joshi, A., & Satyan, R. S. (2016). A review on phytochemical, biological screening and importance of Wild Apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 16(1), 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13596-015-0215-5>.
- Ruiz, D., Egea, J., Tomás-Barberán, F. A., & Gil, M. I. (2005). Carotenoids from new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties and their relationship with flesh and skin color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(16), 6368-6374. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0480703>.
- Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M. M., & Toth-Markus, M. (2005). Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, 38(8-9), 1023-1029. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2005.03.014>.
- Sochor, J., Zítka, O., Skutkova, H., Pavlik, D., Babula, P., Krska, B., Horna, A., Adam, V., Provaznik, I., & Kizek, R. (2010). Content of phenolic compounds and antioxidant capacity in fruits of apricot genotypes. *Molecules*, 15(9), 6285-6305. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules15096285>.
- Su, C., Zheng, X., Zhang, D., Chen, Y., Xiao, J., He, Y., ... & Shi, X. (2020). Investigation of sugars, organic acids, phenolic compounds, antioxidant activity and the aroma fingerprint of small white apricots grown in Xinjiang. *Journal of Food Science*, 85(12), 4300-4311. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15523>.
- Uğur, Y., Erdogan, S., Yilmaz, I., & Basgel, S. (2018). Variation of quantitative composition of phenolic compounds in the apricot (*Prunus armeniaca* L.) leaves during the growth seasons. *J Nat Prod Plant Resour*, 8(1), 33-9.
- Yılmaz, K. U., & Gürcan, K. (2012). Genetic diversity in apricot. In M. Caliskan (Ed.), *Genetic Diversity in Plants* (pp. 249-270).
- Yuan, Z., Chen, X., He, T., Feng, J., Feng, T., & Zhang, C. (2007). Population genetic structure in apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars revealed by fluorescent-AFLP markers in southern Xinjiang, China. *Journal of Genetics and Genomics*, 34(11), 1037-1047. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1673-8527\(07\)60117-9](https://doi.org/10.1016/S1673-8527(07)60117-9).



Samsun Tekkeköy ilçesindeki süt sığırcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve hijyen koşulları

The structural features and hygiene conditions of dairy farms in Tekkeköy district of Samsun province

Ali KAYGISIZ^{1*} , İhsan ÖZKAN² 

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş

²Tekkeköy Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü, Tekkeköy, Samsun

¹<https://orcid.org/0000-0002-5302-2735>; ²<https://orcid.org/0000-0002-4675-8787>

To cite this article:

Kaygısız, A. & Özkan, İ. (2021). Samsun Tekkeköy ilçesindeki süt sığırcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve hijyen koşulları. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 225-233.

DOI: 10.29050/harranziraat.879606

Address for Correspondence:

Ali KAYGISIZ

e-mail:

alokaygısiz@ksu.edu.tr

Received Date:

15.02.2021

Accepted Date:

22.05.2021

© 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-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Bu çalışmada Tekkeköy (Samsun) ilçesindeki süt sığırcılığı işletmelerindeki hijyen uygulamaları ve yapısal özellikleri incelenmiştir. İşletme sahiplerinin ortalama yaşı 53.1±10.74 yıl, ortalama tecrübe süresi 36.2±14.66 yıl, ortalama aile büyüklüğü 5.2±1.91 kişi, süt birliğine üyelik durumu % 62.5 olarak tesbit edilmiştir. Ortalama büyükbaş hayvan sayısı 24.4±21.1 baş, sağmal inek sayısı 7.5±5.15 baş olarak tespit edilmiştir. İşletmelerdeki makinalı sağım oranı %69 olup işletmecilerin %100'ünün sağım öncesinde ve sonrasında ellerini ve ineklerin memelerini yıkadıkları, %37,5'inin sağım kaplarının yıkanmasında temizlik malzemesi kullandığı edilmiştir. Yine işletmecilerin %87,5'inin ayrı bir önlük kullandığı %37,5'inin sağım sırasında eldiven kullandığı tesbit edilmiştir. İşletmecilerin hijyen konusunda herhangi bir eğitim almamakla beraber %65'inin sağılan sütü süzdüğü, %2,5'inin düzenli mastitis kontrolü yaptığı tespit edilmiştir

Anahtar Kelimeler: Sağım hijyeni, Yapısal özellikler, Süt sığırcılık işletmeleri

ABSTRACT

The study was conducted to determine structural features and hygiene practices of the dairy cattle farms in Samsun Tekkeköy Province. The results indicated that the averages of; enterprise holder's age, experience periods, household size and member of any agricultural organization were found 53.1±10.74 year, 36.2±14.66 year, 5.2±1.91 head and 62.5%, respectively. The average number of animals and the number of cows per farm was determined as 24.4±21.1 head and 7.5±5.15 head. Based on survey results, 69% of farm use milking machine and 100 % of which apply teat cleansing during the milking processes, 37.5% of them used cleaning materials in washing the milking equipment. In addition, it was determined that 37.5% of farmers uses gloves during milking, 87.5% of them use a separate glove. Although the farmers received no training on hygiene, it was determined that 65% of milk was filtered, and 2.5% of which was regularly checked for mastitis.

Key Words: Milking hygiene, Structural features, Dairy Cattle Farms

Giriş

Sağlıklı süt elde etmenin en önemli yollarından biri de başarılı bir sürü sağlığı ve sürü yönetimidir (Eser ve Bilgücü, 2019). Sütün kalitesinin artırılması

ise sağım öncesi ve sonrasında alınan hijyen tedbirlerini almakla mümkündür. Sağımda kullanılan ekipmanların ve memelerin hijyeni ile sağımcının hijyen kurallarına uyması olarak tanımlanan sağım hijyeni, özellikle sağım sonrası

ortaya çıkabilecek mikrobiyal bulaşmanın önlenmesi, başta mastitis olmak üzere salgın hayvan hastalıklarının önlenmesi ve tedavi masraflarının azaltılması açısından önemlidir (Eser ve Bilgücü, 2019).

Süt üreten işletmelerde üretimin yüksek olmasının yanı sıra, üretilen sütün hijyenik olması ve ineklerinde sürü ömrünün uzun olması arzulanan özelliklerin başında gelmektedir. Sürü ömrünü etkileyen unsurlardan en önemlisi ise meme sağlığıdır. Son yıllarda sürü sağlığı ve hijyeninin ön plana çıkması ile yapılan çeşitli anket çalışmalarında yetiştiricilerin sürü sağlığı ve sağım hijyenine yönelik deneyim ve bilgi düzeylerinin tespit edilmesine yönelik Türkiye'nin farklı illerinde yapılmış değişik çalışmalar bulunmaktadır. Tekirdağ İli süt sığırcılığı işletmelerinde sağım öncesi meme başlarının yıkanması, kurulanması, daldırma (teat dipping), ön sağım ve ön sütün kontrolü, kuru dönem idaresi ve meme sağlığı kontrollerinin neredeyse hiç uygulanmadığı bildirilmiştir (Tosun ve Baki Acar, 2019). İzmir ili Ödemiş ilçesi süt sığırcılığı işletmelerinde yapılan bir başka çalışmada ise yetiştiricilerin %98.9'unun sağım öncesi meme temizliği yaptığı, %85.9'unun su, %13.0'ü kuru silme ile yaparken, %1.1'i ise memeyi temizlemedikleri bildirilmiştir (Yaylak ve ark., 2016). Kars ili süt sığırcılık işletmelerinde ise sağımın %78.4'ünün elle yapıldığı, işletmelerin %52.5'inde meme temizliği yapıldığı, meme temizliği yapılan işletmelerin %80'inde sağımdan önce memenin yıkandığı tespit edilmiştir (Demir ve ark., 2014)

Bu araştırma Samsun ili Tekkeköy İlçesindeki sığır işletmelerin genel yapısal özellikleri çerçevesinde süt sağımında hijyenik koşulları ortaya koymak ve değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Tekkeköy İlçesi Samsun il merkezine 14 km, uluslararası Samsun Çarşamba Havaalanına 7 km uzaklıkta olup ilçeden Karadeniz transit yolu geçmektedir. Nüfusu 52.247 olup rakımı 14 metredir. İlçede 3750 işletmede 23.500 büyükbaş

hayvan mevcudu bulunmakla beraber anket çalışması en az 3 baş sağmal ineği bulunan işletmelerde uygulanmıştır. Buna göre anket uygulamasında evren büyüklüğü 800 kişidir. Maksimum örnek hacmine ulaşmak amacıyla G*Power 3.0.10 yazılımı (Faul ve ark., 2007) kullanılmıştır. Priors power analizi T testi yaklaşımıyla yapılmıştır. Buna göre, etki büyüklüğü (d) 0.29; 0.80 güç (1- β); %95 güven aralığında ve 0.05 hata payı (α) ile minimum örnek hacmi 76 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre, bu çalışma anketlerin eksik ya da tutarsız olabileceği de göz önünde tutularak araştırmaya katılmayı kabul eden 80 kişi (n) ile yürütülmüştür. Çalışmanın yapılabilmesi için KSÜ Fen ve Mühendislik Etik Kurulundan 04.02.2021 tarih ve 2 sayılı karar ile etik kurul izni, Samsun Tekkeköy Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğünden 21.09.2020 tarih ve 2639574 sayılı yazı ile yasal izin alınmıştır.

Araştırmada ilçede yer alan süt sığır işletmelerinin genel yapısı, sağım koşulları, hijyen yapısı hakkında incelemeler ve değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmanın materyalini işletme sahipleri ve sorumlu kişilerle yüz yüze anket metoduyla elde edilen veriler oluşturmuştur. Çalışma kapsamında Tekkeköy ilçesinde 60 mahalle içinde 38 mahallede 80 işletme sahipleriyle anket çalışması yapılırken ilçenin araç ve personelinden yararlanılmıştır. Bunun için anket yapılacak işletme sahiplerine önceden telefonla iletişim sağlanarak konu hakkında bilgi verilmiştir.

Anket formlarındaki veriler MS-Excel programına aktararak hesaplamalar yapılmıştır. Ankette sınıflama yapılmadan alınan bazı verilerin ortalama ve standart hatalarının istatistik hesaplamasında SAS paket programı (Orhan ve ark., 2004) kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistik ile frekans analizi yapılarak bazı değerlerin sınıf aralıkları belirlenmiştir. Veriler çizelgeler haline getirilerek özetlenmiş ve her bir alt gruba ait %değerleri ve ortalamaları verilmiştir. Bazı sağım ve hijyen özellikleri ile süt birliğine üyelik şekli arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyinin belirlenmesinde ki-kare yöntemi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Demografik yapı

Anket yapılan işletme sahiplerinin demografik özelliklerine göre dağılımı Çizelge 1’de verilmiştir.

İşletmecilerin %83.75’i erkek, kalan %16.25’i ise kadındır. Hayvancılık faaliyetlerinin yürütülmesinde zaten önemli ölçüde bayan işgücü yer almaktadır. Ancak araştırma sonuçları Karadeniz bölgesinde kadın işgücü doğrudan yönetim/işletmeci konumunda önemli katkılar sağladığını ortaya koymaktadır. Nitekim bu çalışma bulgularına benzer olarak Ordu ilinde işletmecilerin %6’sinin (Alkan ve Güney, 2019), Samsun ilinde ise %8.6 kadın olduğu (Kılıç ve Aydın Eryılmaz, 2020) bildirilmiştir.

Çizelge 1. İşletme sahiplerinin demografik özellikleri
Table 1. Demographic characteristics of enterprise owners.

Özellik (Traits)	Seçenek (Option)	N	%
Cinsiyet (Sex)	Erkek (Male)	67	83.75
	Kadın (Female)	13	16.25
Yaş Aralığı (Age)	20-40	14	17.50
	40-60	50	62.50
	60-80	16	20.00
Eğitim Durumu (Education)	İlköğretim (Primary)	73	91.25
	Lise (High School)	5	6.25
	Üniversite (University)	2	2.50
Mesleki Deneyim (Experience)	1-20	14	17.50
	20-40	35	43.75
	+40	31	38.75
Süt Birliği Üyelik (Membership)	Üye (Member)	50	62.50
	Üye Değil (Not member)	30	37.50
Sosyal Güvence (Social security)	Var (Yes)	45	56.00
	Yok (No)	35	44.00
Çiftçilik dışında meslek (Occupation other than farming)	Var (Yes)	20	25.00
	Yok (No)	60	75.00
Aile nüfusu (Family population)	1-5	51	64.00
	6-10	27	34.00
	11-15	2	2.00
Tarımsal Faaliyet (Agricultural Activity)	Hayvansal (Animal)	34	42.50
	Hayvansal + Bitkisel (Animal+Field)	46	57.50

İşletme sahiplerinin yaşı ortalama 53.1±10.74 yıl olarak tespit edilmiştir. İlçe genelinde 20-40 yaş grubundaki yetiştiricilerin oranı (%17.50) daha düşük bulunmaktadır. Diğer taraftan 40-60 yaş grubundaki yetiştiricilerin oranı ise %62.50 olarak tespit edilmiştir. Bu durum yetiştiricilerin 40 ve ileri yaşlarda işletmeyi sahiplenebildiğini

göstermektedir. Tekkeköy ilçesindeki işletmelerde elde edilen ortalama yaş değeri aralıkları Karadeniz Bölgesinde daha önce yapılan çalışmalar (Nuray ve Demir, 2012; Alkan ve Güney, 2019) ile uyum içerisindedir. Bu çalışmada elde edilen bulgularla uyumlu olarak işletme sahiplerinin ortalama yaşı Finlandiya’da (Shalström ve ark., 2014) yapılan bir araştırma 47 yıl, Etiyopya’da ise 51.3 yıl (Duguma ve ark., 2012) olarak bildirilmiştir.

İşletme sahiplerinin %91.25 gibi önemli bir kısmını ilköğretim mezunları oluşturmaktadır. Ayrıca, ankete katılan işletme sahiplerinin %6.25’inin lise, %2.5’inin üniversite mezunu olduğu tespit edilmiştir. Yine Giresun ilinde yapılan diğer çalışmalarda tahsili olmayanlar, ilkokul, ortaokul ve lise mezunlarına ait oranlar sırasıyla %19, %54.2, %17.4 ve %9.1 (Tugay ve Bakır, 2009) ve %2.28, %78.15, %15.63 ve %3.19 (Alkan ve Ünlü, 2019) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmanın yapıldığı bölgede eğitim düzeyi daha düşük bulunmuştur. İşletmecilerin sahip olduğu eğitim düzeyi ile işletmelerde elde edilen verimlilik arasında bir ilişki bulunmakta olup genellikle eğitim düzeyinin yüksek olduğu bölgelerde tarımsal üretimin daha bilinçli yapıldığı bilinmektedir (Şahin ve Yılmaz, 2008).

Sığırcılık işletmelerinde deneyim sürelerinin tespiti açısından üreticilerin süt sığırcılığı ile uğraşma sürelerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. İşletmecilerin ortalama deneyim süresi 36.2±14.66 yıl olarak hesaplanmıştır. Yetiştiricilerin %17.5’i 1-20 yıl, %43.75’i 20-40 yıl, %38.75’i ise 40 yıl ve üzeri süt sığırcılığı deneyimine sahiptir. Süt sığırcılığı yapma süreleri incelendiğinde 20-40 yıl ve +40 yıl aralığında deneyime sahip yetiştiricilerin oranının (%80) daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yetiştiricilerin hayvancılığı sürdürülebilir kıldıklarının göstergesi olarak değerlendirilebilir. Yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun zaten bir bitkisel üretim (özellikle de fındık tarımı) ile uğraşıyor olmaları deneyim sürelerinin yüksek çıkmasına neden olmuştur. Diğer yandan, işletmecilerin %25’inin tarım dışındaki alanlarda da faaliyet gösterdikleri tespit edilmiştir.

Yetiştiricilerin %62.5'inin Tekkeköy ilçesi süt üreticileri birliği'ne olduğu anlaşılmaktadır. Herhangi bir tarımsal örgüte üye olan yetiştiricilerin oranı Aydın ilinde %93.9 (Kayar, 2011), Iğdır ilinde %82.1 (Yılmaz ve ark., 2020), Konya ilinde %66.24 (Akkuş, 2009), Giresun ilinde %46.59 (Alkan ve Ünlü 2019), Kırşehir ilinde %40 (Çelik, 2014), Muş ilinde %39.3 (Bakır ve Kibar, 2020), Kars ilinde %35 (Demir ve Aral, 2009), Kahramanmaraş ilinde %28 (Eren, 2006) ve %18 (Kaygısız ve ark., 2009), Rize ilinde %21.5 (Savaş ve Yenice, 2016), Ağrı ilinde %3.8 (Bakan ve Aydın, 2016) olarak bildirilmiştir. Kılıç ve Aydın Eryılmaz (2020) Samsun ilinde işletme büyüklüğünün artmasına bağlı olarak Süt Üreticileri Birliği ile Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne üye yöneticilerin oranı arttığını bildirmişlerdir. Son yıllarda uygulamaya konulan hayvancılık desteklemelerinin yetiştirici birlikleri aracılığıyla yapılması nedeniyle süt üreticileri birliğine üyelik oranının yüksek olduğu belirlenmiştir.

İşletme sahiplerinin %56'sının bir sosyal güvenceye sahip olduğu tespit edilmiştir. Tarım işi ile uğraşan ve sosyal güvenceye sahip olan yetiştiricilerin oranı Ordu ilinde %76.79 (Alkan ve

Güney, 2019), Ağrı ilinde %43.4 (Bakan ve Aydın, 2016), Sivas ilinde %42.2 (Hozman 2014), Giresun ilinde %94 (Demir ve Sancar, 2012) olarak tespit edilmiştir.

İşletmelerin %64 gibi büyük bir çoğunluğunun hane halkı sayısı 1-5 arasında olup ortalama hane büyüklüğü 5.3±1.91 kişi/işletme olarak hesaplanmıştır. Yine Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmalarda hane genişliğinin Ordu ilinde işletmelerinin %70.9'unda 3 kişiden oluştuğu (Alkan ve Güney, 2019), Rize ili Merkez ilçeye bağlı köylerdeki işletmelerde ise %90.6'sının 1-5 kişiden oluştuğu (Savaş ve Yenice, 2016) bildirilmiştir.

İşletmecilerin %42.5'inde sadece hayvansal üretim yapılırken %57.5'inde bitkisel üretimin yanı sıra hayvansal üretim de yapılmaktadır. Bu durum bölge tarımında hayvancılığın genellikle bitkisel üretim yanında ikincil bir faaliyet olarak yürütüldüğünü ve aile ihtiyacına yönelik olarak sürdürüldüğünü göstermektedir.

Tarımsal kapasite ve barınak özellikleri

Anket yapılan işletmelerin tarımsal kapasite ve barınak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. İşletmelerin tarımsal büyüklük ve barınak özellikleri

Table 2. Agricultural size and of barn characteristics of the enterprises

Özellik (Traits)	Seçenek (Option)	N	%	Özellik (Traits)	Seçenek (Option)	N	%
BBHS X ±Sx 24.4 ± 21.34	3-20	48	60.00	Ahır Tipi (Barn Type)	Geleneksel (Traditional)	44	55.00
	21-40	24	30.00		Modern (Modern)	36	45.00
	41-60	3	2.50	Ahır Kapasitesi (Barn Capacity)	1-20	41	51.25
	61-80	3	3.75		21-40	27	33.75
	+81	2	3.75		41-60	5	6.25
Sağmal İnek Sayısı (Number of Milking Cows) X ±Sx 7.5 ±5.15	2-5	31	38.75	61-80	6	8	
	6-10	34	42.50	81-100	1	1.25	
	11-15	10	12.50	Ahır Havalandırma (Barn Ventilation)	Doğal (Natural)	78	97.50
	+16	1	1.25		Mekanik (Mechanical)	2	2.50

Ortalama büyükbaş hayvan sayısı (BBHS) 24.4 baş olup 3-20 baş ve 21-40 BBHS barındıran işletme sayısı sırasıyla %60 ve %30'dur. İşletmelerin %80'inde sağmal inek sayısı 2-10 baş arasında olup ortalama sağmal inek sayısı 7.5 baş'tır. Hayvan sayısı ile benzer doğrultuda ahır kapasitelerinin %68'i 40 baş'ın altındadır. Ahırların sadece %36'sı modern tipte olup neredeyse tamamına yakını (%97.50) doğal havalandırma özelliğine sahiptir.

Irkların dağılımı

Anket yapılan işletmelerdeki sağmal ineklerin ırklara göre dağılımları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Irkların dağılımı ve yağ oranları

Table 3. The distribution of races and fat ratios

İrk (Breed)	N	%	Yağ Oranı (Fat%)
Simental (Simmental)	228	(%39)	Orta
Jersey (Jersey)	170	(%29)	İyi
Siyah Alaca (Holstein)	76	(%13)	Orta
Esmer (Brown Swiss)	72	(%12)	Orta
Yerli (Native)	34	(%6)	Orta

Esasen bugüne kadar yapılan çalışmalarda genel olarak Karadeniz bölgesinde Jersey ırkının yaygın olduğu bilinmekte idi. Nitekim, Savaş ve Yenice (2016) Rize ilinde Jersey ırkının çoğunlukta olduğunu, az sayıda da Esmer ve Siyah Alaca ırkı sığır bulunduğunu bildirmiştir. Ancak bu çalışmada elde edilen sonuçlar Jersey ırkının sayısal çoğunluğunu kaybettiğini göstermektedir. İşletmecilerin adaptasyon yeteneğinin biraz daha iyi olması sebebiyle Simental ırkını (%39) tercih ettiği, yağ oranının yüksek olması sebebiyle Jersey ırkını (%29) tercih ettiği, süt veriminin yüksek olması sebebiyle Siyah Alaca(%13) ve Esmer (%12) ırklarını tercih ettiği tesbit edilmiştir. İşletme şartları yeterli olmayan yetiştiriciler ise Yerli ırkı (%6) tercih etmişlerdir. Daha önce Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmalarda Yerli ırk oranı

Giresun'da %23.6 (Tugay ve Bakır, 2009), %19.27 (Alkan ve Ünlü, 2019), Gümüşhane'de ise %6.2 (Demir ve Sancar, 2012) olarak bildirilmiştir.

İşletmelerde hijyen alışkanlıkları

Gıda güvenliğinin önemini anlaşılmasıyla beraber süt üretiminde de hijyen kavramı ön plana çıkmıştır. Sağım sırasında alınan hijyenik önlemler süt kalitesinde önemli bir artış sağlanmaktadır. Sağım anında kullanılan alet ekipmanlar ile memenin temizlenmiş olmasının bakteri sayısı düşük, sağlıklı, kaliteli çığ süt elde etmenin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkarmıştır. Bazı sağım ve hijyen özellikleri ile süt üreticileri birliği üyeliği arasındaki ilişkiler Çizelge 4'de bir araya getirilmiştir.

Çizelge 4. Bazı sağım ve hijyen özellikleri

Table 4. Some hygiene and milking traits

Üyelik (Membership)	Sağım şekli (Form of milking)		Süt kabı TM ile yıkanıyor mu (Is the milk jug washed?)		Sağımda eldiven kullanımı (Use of gloves on milking)	
	Elle (by hand)	Makina (Machine)	Evet (Yes)	Hayır (No)	Evet (Yes)	Hayır (No)
Evet (Yes)	10	40	24	26	24	26
Hayır (No)	15	15	6	24	6	24
Oran (Ratio)	0.31	0.69	0.375	0.625	0.375	0.625
	$\chi^2 = 7.8545^*$		$\chi^2 = 5.8121^*$		$\chi^2 = 5.8121^*$	

*P < 0.05

Sağımın makine ile yapılması ve sağım öncesi meme temizliğinin yapılması hijyen açısından ilk alınabilecek önlemlerdir. Anket yapılan işletmelerin %31'inde sağım elle, %69'unda ise makine ile yapılmaktadır. Makine ile sağım oranı süt üreticileri birliğine üye işletmelerde %80 iken üye olmayan işletmelerde %50 oranında kalmıştır. Süt üreticileri birliğine üyelik durumunun sağım şekline etkisi önemli (P<0.05) bulunmuştur. Bu çalışmada %69 olarak tespit edilen makine ile sağım yapan işletme oranı Erzurum ili (Aksoy ve Denizli, 2012), Aydın ili (Kurtaslan ve Doğaner, 2014), Erzincan ili (Özyürek ve ark., 2014), Kars ili (Demir, 2011; Tilki ve ark., 2019), Iğdır ili (Yılmaz ve ark., 2020) süt sığırcılığı işletmeleri için bildirilen değerden daha yüksek bulunmuştur.

Gerek işçilik masraflarının düşürülmesi ve gerekse sağım hijyeni açısından daha ekonomik olması nedeniyle süt sığırcılık işletmelerinde sağım

makinalarının kullanımının önemini her geçen gün artırmaktadır. Nitekim, yapılan bir çalışmada işletmelerdeki sağım şekline, DSYB üyeliğinin etkisinin önemli (P<0.01) bulunduğu tespit edilmiştir (Kaygısız ve ark., 2008).

Çalışma yapılan işletmelerde işletme sahiplerinin, hijyen konusunda bugüne kadar bilgi ve eğitim almadıkları, yaygın bir meme hastalığı olan mastitis'e karşı sadece 2 üreticinin düzenli mastitis kontrolü yaptığı, diğerlerinin ise herhangi bir kontrol yapmayıp hastalık görüldüğünde veteriner kliniklerine başvurduğu, süt sağımında sağım öncesi ve sonrasında meme temizliğinin sıvı sabun ve dezenfektanlar ile yapıldığı tespit edilmiştir. Bu uygulamanın en kısa sürede yükseltilmesi konusunda yetiştiricilerin alışkanlıklarını değiştirmesi ve bu amaçla eğitim çalışmalarında sağım öncesi meme hijyeni ve temizliği konusuna daha fazla önem verilmesi

gerekliliği sonucu ortaya çıkmaktadır.

İşletmelerin %37.5'inde sağım kaplarının yıkanmasında temizlik malzemesi kullanılmakta, %67.5'inde ise herhangi bir temizlik maddesi kullanılmamaktadır. Temizlik malzemesi kullanım oranı üye işletmelerde %48 iken üye olmayan işletmelerde %30 oranında kalmıştır. Süt birliğine üyelik durumunun temizlik malzemesi kullanımına etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

İşletmelerin %37.5'inde sağımda eldiven kullanılmakta, %67.5'inde ise eldiven kullanılmamaktadır. Eldiven kullanım alışkanlığı üye işletmelerde %48 iken üye olmayan işletmelerde %30 oranında kalmıştır. Süt birliğine üyelik durumunun sağımda eldiven kullanım alışkanlığına etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

İşletmelerin %65'inde sağımdan sonra süt süzülme, %35'inde ise herhangi bir süzme işlemi yapılmamaktadır. Sağımdan sonra sütü süzme alışkanlığı üye işletmelerde %72 iken üye olmayan işletmelerde %53 oranında kalmıştır. Süt birliğine üyelik durumunun sağımdan sonra sütü süzme alışkanlığına etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Anket yapılan işletmelerin %76'sında ahır temizliği günde 2 kez, %24'ünde ise 1 kez yapılmaktadır. Günde iki kez sağım oranı üye işletmelerde %74, üye olmayan işletmelerde ise %80 olmuştur.

Ankete katılan yetiştiricilerin tamamı (%100) hijyen konusunda bilgi sahibi olmayıp kendi bilgileri doğrultusunda temizlik yaptıklarını, herhangi bir hijyen eğitimine katılmadıklarını bildirmişlerdir. Ancak buna rağmen işletmecilerin tamamı sağımdan önce ineklerin memelerini ve süt kovalarını yıkadıklarını, sağımdan sonra ise sütü süzdüklerini, süzme aletini de yıkadıklarını ifade etmişlerdir.

Yetiştiricilerin tamamı sürülerinde mastitis dolayısı ile tedavi almakta olan hayvanları olmadığını, herhangi bir antibiyotik tedavisi sırasında sağılan sütü kullanmadıklarını ancak düzenli mastitis kontrolü yapan işletmecilerin oranının ise %2.5 olduğu tespit edilmiştir.

Elle sağım yapan işletmecilerin tamamının (%100) sağımdan önce/sonra ellerini ve süt

kablarını yıkadıklarını tespit edilmiştir. Çeşitli araştırmalarda sağımdan önce meme temizliği yapan işletmelerin oranları; Ankara ve Aksaray illerinde %98.4 ve %96.5 (Tatar, 2007), Tekirdağ ilinde %96 (Soyak ve ark., 2007), Erzincan ili Çayırlı ilçesinde %93.3 (Özyürek ve ark., 2014), Erzurum ili Hınıs ilçesinde %85 (Koçyiğit ve ark., 2016), Kahramanmaraş ilinde %78 (Kaygısız ve ark., 2008), Tokat ilinde %66.6 (İldız, 1999), Erzurum ili Narman ilçesinde %54.4 (Koçyiğit ve ark., 2017), Kars ilinde %52.5 (Demir ve ark., 2014) olarak tespit edilmiştir.

İşletmecilerin %87.5'inin sağım için ayrı bir kıyafet/önlük kullandığı ancak aynı kıyafetle ahır temizliğini de yaptıkları tespit edilmiştir.

Makine ile sağım yapan işletmelerin %67'sinin sağım makinasını ahır dışında bir depoda tuttuğunu, %16'sı sağımdan önce sağım makinasını yıkadığını, %100'ünün ise sağımdan sonra da sağım makinasını temizlik malzemesi kullanarak yıkadığı tespit edilmiştir. Iğdır ili süt sığırcılığı işletmelerinde %80.8 oranında meme temizliği yapıldığı (Yılmaz ve ark., 2020), Azerbaycan'ın Bakü ilinde ise işletmelerin tamamında meme temizliğinin hiçbir temizleyici madde kullanmadan, dezenfekte edilmemiş bez yardımıyla yapıldığı bildirilmiştir (Kılıç ve ark. 2020).

Sağmal inek başına süt verimi 6 kg olan işletmelerin günde 1 sağım yaptığı (%7.5), 10 kg olan işletmelerin ise günde iki sağım yaptığı (%92.5) tespit edilmiştir. İşletmeciler elle yapılan sağımların 7-10 dk arası, makine ile yapılan sağımların ise 4-6 dk sürdüğünü bildirmişlerdir. Yine günlük süt üretimi düşük olan işletmelerin (%55) sütü gün aşırı pazarladıkları, diğer işletmelerin (%45) ise sütü günlük olarak pazarladıkları tesbit edilmiştir.

Yetiştiriciler sütün pazarda satılması durumunda ise yazın 1-4 saat, kışın ise 1-5 saat dışarıda beklediğini ifade etmişlerdir.

İşletmelerin sağmal hayvan kapasitelerinin az olması (7.25 baş/işletme) sebebiyle ayrı bir sağım bölmesi bulunmamaktadır.

Sağım sırasında yetiştiricilerin neredeyse tamamının her bir hayvanın sütünü aynı sağım kabına üst üste biriktirerek sağdığı, sağımdan sonra

sütün buzdolabında muhafaza edildiği tespit edilmiştir.

Araştırma kapsamındaki işletmelerin tamamı kapalı tip işletmeler olup; 2'sinde mekanik havalandırma, 78'inde doğal havalandırma yöntemleri kullanılmaktadır. İşletmelerin 46'sında (%57.5) hem hayvansal hem bitkisel üretim yapılırken 34'ünde (%42.5) sadece hayvansal üretim yapılmaktadır.

Satılan süt ve süt ürünlerinin çoğunluğunun semt pazarları ve evden satışı şeklinde gerçekleştirildiği, kalanlarının da toptancı ve süt işletmelerine verilmek suretiyle aile bütçelerine katkı sağlayıp geçimlerinin çoğunluğunu tarım ve hayvancılıktan sağladıkları tespit edilmiştir. İşletmecilerden 4 kişinin sütleri ayrı kaplara koyarak, 76 kişinin ise tüm sütleri üst üste biriktirip 1-2 gün içinde buzdolabında muhafaza ederek pazardan/evden/şirketlere satış yaptığı, süt dağıtımında kullanılan kapların çoğunun kendilerince, bir kısmının da alıcılar tarafından temin edildiği, ahır temizliğini 61 kişi sabah akşam 19 kişi günde 1 defa olmak üzere ahır süpürerek/çektirerek/yıkayarak yaptığı, tüm bu işletmedeki çalışmalarında hep aynı kıyafetleri kullandığı tespit edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Çalışmanın yürütüldüğü ilçede hayvancılık işletmelerindeki yapısal durum ve hijyen özelliklerinin Türkiye'deki bazı illerden daha iyi durumda olmakla beraber, yine de uygulamalar bakımından önemli problemlerin olduğu tespit edilmiştir.

İlçedeki süt işletmelerinde barınakların durumu ve uygun barınak tiplerinin seçimi mastitis problemi açısından en önemli sorun olmaya devam etmektedir. Süt işletmelerinde yapılan bu çalışmada hijyen şartlarının ineklerde mastitisin gelişmesinde etkili olabilmekte, meme hijyenine dikkat edilmesi, işletme şartlarına uygun bir mastitis kontrol programının oluşturulması, merkezi sağım sistemlerinin kurularak sürü sağlığı ve sürü yönetiminin sağlanması gerekmektedir.

Yetiştiricilerin hijyen konusunda güncel bilgilere

sahip olmadıkları gözlenmiştir. Bu nedenle memede mastitis gibi rahatsızlıkların ortaya çıkmaması için yetiştiricilere meme temizliğinin nasıl yapılması gerektiği konusunda bilgilendirme yapılmalıdır.

Hayvan üretim yapan işletmelerde, verimi artırmanın en önemli kurallarından biri yüksek verimli ırklarla yetiştiricilik yapmaktır. İlçede dört farklı ırkın yaygın olduğu gözlenmiştir. Bölge şartlarına uygun ırkın tespit edilerek yetiştiricilere tavsiye edilmesi gerekmektedir.

Bölgedeki barınakların yarıya yakını geleneksel tipte olup, modern havalandırma sistemi yok denecek kadar azdır. Bölge şartlarına uygun göre uygun barınak tipinin yaygınlaştırılması için eğitim faaliyetleri düzenlenmeli, yeterli havalandırmanın önemi yetiştiricilere anlatılmalıdır. Üretilen sütlerin sağımdan sonra bekletilmesi sütün içerdiği bakterilerin hızla çoğalmasına sebep olduğundan sağımdan hemen sonra sütün soğutulması gerekmektedir. Bu nedenle işletmelerde süt soğutma tankının bulunması gerekmektedir. Ayrıca sağım ekipmanlarının belirli periyotlarda temizliklerinin yapılması hem daha sağlıklı süt üretimine imkan verecek hem de süt sığırcılığının en büyük problemi olan mastitisin önlenmesini sağlayacaktır.

Benzer çalışmaların artırılmasıyla mevcut durumun doğru bir şekilde tespit edileceği ve yapılacak öneriler dikkate alındığında süt sığırcılığında bir adım daha ileri gidilebileceği düşünülmektedir.

Ekler

Bu çalışma İhsan ÖZKAN'ın aynı isimli Mezuniyet Çalışmasından alınmıştır.

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

Yazar Katkısı: İhsan ÖZKAN çalışmaya ait anketleri yapmış, Ali KAYGISIZ verileri analiz etmiş, makale ile ilgili literatür taraması yapmış ve makaleyi yazmışlardır.

Kaynaklar

- Akkuş, Z. (2009). *Konya ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü, Konya.
- Aksoy, A., & Denizli, G. (2012). Erzurum ili damızlık sığır yetiştiricileri birliği faaliyetlerinin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(2), 123-131.
- Alkan, S., & Güney, Z. (2019). Ordu ili sığırcılık işletmelerinin yapısal özelliklerinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3), 447-452/ <https://doi.org/10.29136/mediterranean.586726>
- Alkan, S., & Ünlü, H. (2019). Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel yapısının belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(1), 109-115/ <https://doi.org/10.29136/mediterranean.474790>
- Bakan Ö., & Aydın R. (2016). Ağrı İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Özellikleri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 47 (2), 113-122.
- Bakır G, & Kibar M. (2020). Muş İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Bazı Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 23 (6), 1687-1697. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.694060/<https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.694060>
- Çelik C. (2014). *Kırşehir ili merkez ilçede sığır besiciliği yapan işletmelerin ekonomik analizi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Türkiye.
- Demir, N., & Sancar, C. (2012). Gümüşhane ili ve çevresinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin sosyal, ekonomik ve teknik Analizi. *Alinteri Dergisi* 23 (B), 18-28.
- Demir, P. (2011). Kars ilindeki Süt Üreticilerinin Bazı Teknik Bilgi Düzeylerinin Araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 6 (1) , 47-54 .
- Demir, P., Adıgüzel, S. I., Sarı, M., & Ayvazoğlu, C. (2014). Kars merkez ilçedeki süt sığırcılık işletmelerinin genel yapısı ve ekonomik boyutu. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 28(1), 9-13.
- Duguma, B., Kechero, Y., & Janssens G.P.J. (2012). Survey of major diseases affecting dairy cattle in jimma town, Oromia, Ethiopia. *Global Veterinaria*, 8 (1), 62-66.
- Eren, E., 2006. *Kahramanmaraş İli Göksun İlçesinde Sığır Besiciliği Yapan İşletmelerin Yapısı ve Sorunları* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Eser AG, & Bilgücü E. (2019). Sütçü İneklerde Meme Sağlığı ve Sağım Hijyeninin Önemi. *International Conference on Awareness Proceedings*, 05-07 December 2019, Çanakkale.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*, 39(2), 175-191.
- Hozman, S.B. (2014). *Sivas ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine üye süt sığırcılığı işletmelerinde hayvan besleme uygulamaları*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Kayar, Y. (2011). *Denizli yöresi süt sığırcılığı işletmelerinde barınakların yapısal yönden değerlendirilmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, AYDIN.
- Kaygısız, A., Tümer, R., Orhan, H., & Vanlı, Y. (2008). Kahramanmaraş bölgesi süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri: I. Yetiştirme uygulamaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.*, 3(2), 23-31.
- Kılıç, İ., Yaylı, B., & Alakbarov, A. (2020). Bakü ilinde Faaliyet Gösteren Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Durumu ve Değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 237-253.
- Kılıç, O., & Eryılmaz, GA. (2020). Samsun ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3), 637-645/ <https://doi.org/10.30910/turkjans.682932>
- Koçyigit, R., Aydın, R., Diler, A., Güler, O., & Yanar, M. (2016). Erzurum İli Hınıs İlçesindeki Sığırcılık İşletmelerinin Yapısal Özellikleri: Sağım Yönetimi. *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(4): 322-329/ <https://doi.org/10.29050/harranziraat.282275>
- Koçyigit, R., Yanar, M., Aydın, R., Diler, A. & Güler, O. (2017). Erzurum İli Narman İlçesindeki sığırcılık işletmelerinde uygulanan sağım yönetimi üzerine bir araştırma. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 32(2), 45-54/ <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.303907>
- Kurtaslan, T., & Doğaner, M. (2004). Çiğ süt pazarlamasında çiftçilerin tarımsal kooperatiflere yaklaşımlarının değerlendirilmesi (Aydın İli Örneği). *Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 444-451.
- Orhan, H., Efe, E., & Şahin, M. (2004). SAS yazılımı ile istatistiksel analizler. Tuğra Ofset. Isparta.
- Önal AR, & Özder M. (2008). Edirne ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine üye işletmelerin yapısal özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2), 197-203.
- Özyürek, S., Kocayigit, R., & Tüzemen, N. (2014). Erzincan ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri: Çayırılı İlçesi örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 19-26
- Savaş S, & Yenici G. (2016). Rize İlinde Yapılan Süt Sığırcılığının Mevcut Durumunun Araştırılması. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 11(1), 74-83/ <https://doi.org/10.17094/avbd.60910>
- Shalström, L., Virtanen, T., Kyyrö, J., & Lyytikäinen, T. (2014). Biosecurity on Finnish cattle, pig and sheep farms – results from a questionnaire. *Preventive Veterinary Medicine*, 117 (1), 59-67/ <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.07.004>
- Soyak, A., Soysal Mİ, & Gürçan EK. (2007). Tekirdağ ili süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri ve bu işletmelerin Siyah Alaca süt sığırcılığı popülasyonunun çeşitli morfolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3), 297-305
- Şahin K., & Yılmaz İH. (2008). Van ilinde yem bitkileri tarımı, mera kullanımı ve sosyo ekonomik yapı üzerine bir araştırma. *Ankara Üniv. Zir. Fak. Tar. Bil. Derg.*, 14, 414-419.
- Tatar, A.M. (2007). *Ankara ve Aksaray Damızlık Sığır Yetiştiricileri İl Birliklerine Üye Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısı ve Sorunları*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Tilki, M., Sarı, M., Aydın, E., Işık, S., & Aksoy, A. R. (2013). Kars ili sığır işletmelerinde barınakların mevcut durumu ve yetiştirici talepleri: I. Mevcut durum. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg*, 19(1), 109-116/ [https://doi.org/ 10.9775/kvfd.2012.7282](https://doi.org/10.9775/kvfd.2012.7282)
- Tosun, S., & Acar, D.B. (2019). The comparison of milking hygiene with bulk tank somatic cell count and total bacterial count in dairy herds in Tekirdag province. *Kocatepe Veterinary Journal*, 12(3), 292-299.
- Yaylak, E., Konca, Y., & Koyubenbe, N (2016). İzmir İli Ödemiş İlçesindeki Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği Üyesi İşletmelerde Sağlık Koruma Uygulamaları ve Sağlık Sorunları Üzerine Bir Araştırma. *Hayvansal Üretim*, 57(1), 28-40.
- Yılmaz İ., Kaylan, V., & Yanar M. (2020). Iğdır İli Büyükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Yapısal Analizi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1): 684-693/ <https://doi.org/10.21597/jist.567366>

Bağcılıkta farklı terbiye sistemlerinin karşılaştırılması

Comparison of different training systems in viticulture

Remziye ÖZEL^{1*} , Baver ESER² 

¹Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 63040, Şanlıurfa

²Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, 63040, Şanlıurfa

¹<https://orcid.org/0000-0001-9240-3453>; ²<https://orcid.org/0000-0002-5464-4106>

To cite this article:

Özel, R. & Eser, B. (2021). Bağcılıkta farklı terbiye sistemlerinin karşılaştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 234-243.

DOI: 10.29050/harranziraat.905153

*Address for Correspondence:

Remziye ÖZEL

e-mail:

rozal@harran.edu.tr

ÖZ

Bu çalışmada, Şanlıurfa ilinde kapama bağlarda üretim yapan işletmelerden anket yöntemi ile elde edilen veriler kullanılarak, bağcılık faaliyeti farklı terbiye sistemleri incelenmiş, yörede bağcılığın gerilemesine neden olan faktörler belirlenmiş ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Araştırma alanında, kapama bağcılık yapılan tarım işletmelerinin tamamından veri alınmıştır. Araştırmada, nominal değişkenlerde Ki-kare testi uygulanmış ve 2x2 tablolarda gözlemlenen beklenen değerlerin yeterli hacme sahip olmaması durumlarında, Fisher's Exact Test kullanılmıştır. RxC tablolarda ise Monte Carlo Simülasyonu yardımıyla, Pearson Ki-Kare analizi uygulanmıştır. Ayrıca, örneklem ortalaması ile popülasyon ortalaması arasında farkın istatistiksel anlamlılığı ile ilgili hipotezler için tek örnek t-testi uygulanmıştır. İncelenen işletmelerde, işletmecilerin ortalama yaşının 52.42, tarımsal üretim deneyiminin 28.44 ve bağcılık deneyiminin 28.16 yıl olduğu saptanmıştır. İşletmelerde, hane halkı genişliğinin 5.02 kişi olduğu belirlenmiştir. İşletmecilerin %93.93'ünün orta öğrenim ve %1.79'unun yükseköğretim düzeyinde öğrenim gördüğü tespit edilmiştir. İşletmelerde bağlarda uygulanan terbiye sistemlerinin genel olarak serpen (%50.00) ve goble (%44.44) olduğu ve bir işletmede tek tip terbiye sisteminin olduğu belirlenmiştir. Bağların ortalama 20.66 yaşında olduğu, herak ve telli terbiye sistemlerinde üretim faaliyetinde bulunan bağların ise 2 yıllık olduğu saptanmıştır. Çalışmada, son 3 yıl içinde üzüm üretimi ile ilgili bir değişiklik yapma durumu ile terbiye sistemleri arasında, yeşil budama yapma durumu ile terbiye sistemleri arasında ve sulama ile terbiye sistemleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. İşletmelerin %87.5'inin son yıllarda bağcılık üretim faaliyeti ile ilgili herhangi bir değişiklik yapmadığı, değişiklik yaptığını ifade eden üreticilerin ise üretim faaliyetini geliştirmenin aksine, dikili bağ alanlarını daralttıkları belirlenmiştir. Üreticilerin %87.5'i yeşil budama yapmamaktadırlar. İşletmelerin %78.57'sinin sulama yapmadığı ve telli terbiye sisteminde sulama yapıldığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bağcılık, Terbiye sistemleri, Üretim teknikleri, Ki-Kare

ABSTRACT

In this study, viticulture activity was examined in terms of different training systems by using the data obtained from the enterprises producing in closed vineyards in Şanlıurfa province, and other factors that led to the disappearance of viticulture in the province of Şanlıurfa were determined. Solutions were offered. In the research area, data were taken from all agricultural enterprises that are covered with viticulture. The Chi-square test was used for nominal variables in the study. Fisher's Exact Test was used in cases where the expected values in the cells in 2x2 tables did not have sufficient volume. Pearson's Chi-Square analysis was applied on RxC tables with the help of Monte Carlo Simulation. In addition, a single sample t-test was used for the hypotheses about the statistical significance of the difference between the sample means and the population mean. It was determined that the average age of the operators in the enterprises examined was 52.42 years, 28.44 years of agricultural production experience and 28.16 years of viticulture experience. It has been determined that the household size in the enterprises is 5.02 persons. It has been determined that 93.93% of the operators have secondary education and 1.79% have education at a college-university level.

Received Date:

29.03.2021

Accepted Date:

17.05.2021

© 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.

It has been determined that the training systems applied in the vineyards in the enterprises are generally Serpene (50.00%) and Goble (44.44%) and that there is a uniform training system in one enterprise. It has been determined that the vineyards are on average 20.66 years old. The production activities in the Herek and stringed training systems are 2 years old. In the study, it has been determined that there is a significant relationship between a change in grape production in the last 3 years and training systems, between green pruning and training systems, and between irrigation and training systems. It has been determined that 87.5% of the enterprises have not made any changes in the viticulture production activity in recent years, and the producers who stated that they have made changes have narrowed the planted vineyard areas as opposed to improving their production activities. 87.5% of the producers do not do green pruning. It has been determined that 78.57% of the enterprises do not irrigate. Irrigation is performed in the stringed training system.

Key Words: Viticulture, Training systems, Production techniques, Chi-square

Giriş

Bağcılık; akla gelen ilk tanımı ile üzüm yetiştirme faaliyetidir. Üzüm; sofralık, şaraplık, kuru üzüm, üzüm suyu, reçel vb. şekillerde tüketilme özelliği olan bir üründür.

Asmanın anavatanı olarak bilinen Anadolu'da, yapılan araştırmalar 1200'ün üzerinde asma çeşidine rastlandığını ve bunlardan yalnızca 70–80 kadar çeşidin ekonomik çapta üretiminin gerçekleşmekte olduğunu belirlemiştir (Anonim, 2003).

Türkiye, yabani asma olan *Vitis vinifera spp. sylvestris*'nin olduğu kadar, kültür asması olan *Vitis vinifera L. ssp. sativa*'nın da önemli gen kaynakları arasında bulunmaktadır (Arroyo-Garcia, et al., 2006).

Dünya üzerinde neredeyse, 7 157 658 ha alanda bağcılık faaliyeti yapılmakta ve 79 125 982 ton yaş üzüm üretilmektedir. Dünya üzüm üretiminde en fazla üretimi gerçekleştiren 3 ülke Çin, Amerika ve İtalya'dır. Türkiye ise, 417 041 hektar bağda 3 933 000 ton üzüm üretimi gerçekleştirmekte olup, bağ alanları bakımından 5., üretim bakımından ise 6. sırada yer almaktadır (FAO, 2018).

Dünya genelinde yaş üzüm üretimi yapan başlıca ülkelerde (İspanya, Fransa, Çin, İtalya, Türkiye, ABD) üzüm üretim alanlarında ekonomik seyri etkileyecek önemli derecede bir değişim yaşanmamıştır. Ancak Çin'de diğer ülkelere göre üzüm üretim alanlarında önemli derecede artış olduğu saptanmıştır (FAO, 2018).

Türkiye bağları ortalama 996 kg/da verime sahip olup, bağların önemli bir kısmında (%56.0) sofralık çeşitlerle üretim yapılırken, kuru üzüm (%29.0) ve şaraplık üzüm (%15.0) üretim alanları

daha azdır. Türkiye'de üretilen üzümün önemli bir kısmı sofralık (%52.0), veya kurutmalık (%37.0) olarak değerlendirilmektedir (TÜİK, 2020a).

Türkiye'de 2004-2020 yılları arasında üzüm üretimi % 20.25'lik bir artışla 3 500 000 tondan 4 208 908 tona çıkmıştır. Türkiye'de üzüm üretim alanlarında ise %20.25 'lik bir daralma yaşanmıştır. Ancak Şanlıurfa ilinde aynı dönem itibariyle üzüm üretimi %94.84'lük bir azalma ile 92 052 tondan 4753 tona kadar gerilemiştir. 2004 yılı itibariyle Şanlıurfa üzüm üretim alanı 192 380 da iken 2020 yılında 11 137 da alanda bağcılık yapılmaktadır (TÜİK, 2021).

Şanlıurfa'da çekirdekli sofralık ve kurutmalık üzüm çeşitleri ile şaraplık üzüm çeşitleri üretilmektedir. Söz konusu üzüm çeşitleri itibariyle Şanlıurfa bağlarında ortalama 428 kg da⁻¹ civarında üzüm elde edilmektedir (TÜİK, 2020a). Türkiye'de ise bu verim 769 kg da⁻¹'dir.

Araştırma alanında kapama bağcılıktan ziyade ara tarım olarak bağcılık yapılan bölgelerde terbiye sistemleri itibariyle işletmelerin bağcılıkta üretimi etkileyen kültürel işlemleri yapma durumu ve bağcılığa bakışı ile ilgili çalışmalar yeterli değildir. Bu araştırmada, Şanlıurfa ilinde yok olma noktasına gelen bağcılık üretim faaliyetine kapama bağlarda üzüm yetiştiriciliği yapan üreticilerin bakışını ve üretim sonuçlarını etkileyen kültürel işlemleri yapma durumlarını farklı terbiye sistemleri itibariyle saptamak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmanın ana materyalini, Şanlıurfa ilinde bağ üreticileri ile yüz yüze görüşülerek, anket yolu ile elde edilen veriler oluşturmaktadır.

Bölgede bağcılık kapama bağ olarak değil de genellikle antepfıstığı veya zeytin bahçelerinde ara tarım şeklinde yürütülmektedir. Araştırmada, tarımsal istatistik kayıtlarında veya çiftçi kayıtlarında antepfıstığı veya zeytin olarak belirtilmiş olması nedeniyle üretici sayıları ve üretimle ilgili sağlıklı verilere ulaşılamamıştır. Anket uygulanacak üreticiler anket çalışmalarına başlamadan evvel saha çalışmaları ile tespit edilmiştir.

Araştırmanın ana amacı farklı terbiye sistemleri üzerine kurgulandığı için sadece kapama bağ tarımı yapan üreticilerle anket yapılmıştır. İşletmelerin tespiti ve çalışma ile ilgili diğer konularda, Şanlıurfa ilinde bulunan kamu kuruluşlarından (Tarım İl ve İlçe Müdürlükleri, Harran Üniversitesi Bahçe Bitkileri bölümü) ve bölgede faaliyette bulunan tarım danışmanlarından yardım alınmıştır. Ayrıca, Harran Üniversitesi sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'nun 14.11.2018 tarih ve 2018/69 numaralı kararı ile çalışmanın anketlerinin uygulanabilmesi için etik kurul izni alınmıştır.

Ön saha çalışmaları ile Şanlıurfa ilinde kapama bağ tarımı yapan, 56 işletme belirlenmiş ve belirlenen işletmeler arasında, 2 işletmenin çardak terbiye sistemi uyguladığı saptanmıştır. Söz konusu 2 işletme, kamu kurumlarında olup, araştırma öncelikli üretim amaçlandığı için, sosyo-demografik yapı ile ilgili veriler elde edilememiştir. Ancak bu 2 işletmedeki bağlarda üretimden sorumlu kişilere, üretimi etkileyen faktörlerle ilgili, anket soruları uygulanmıştır. Belirlenen kapama bağ tarımı yapan 56 işletmede tam sayım yöntemi uygulanmıştır.

Araştırmada konu ve içerik ile ilgili olarak daha önce yapılmış çalışmaların sonuçlarından ve istatistik verilerden de ikincil veri olarak yararlanılmıştır.

Elde edilen verilere bilgisayar ortamında farklı istatistik yöntemler uygulanmıştır. İşletmelerin mevcut durumlarının ortaya konulmasında tanımlayıcı istatistik yöntemler kullanılmıştır.

T testi, bir örneklem grubuna ait bir verinin ortalaması ile başka bir grubun ortalamasının farkının anlamlılığını belirlemeye yarayan

parametrik bir testtir. Üç farklı t testi bulunmaktadır (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2014). Bunlar; tek örneklem için t testi, bağımsız örneklem için t testi ve bağımlı örneklem için t testidir.

Tek örneklem t testinde örneklem ortalaması ile popülasyon ortalaması arasında farkın istatistiksel anlamlılığı ile ilgili hipotezler oluşturulur. Tek Örnek t- testi uygulanmıştır. Tek örneklem t- Testinin en önemli varsayımı normalliktir.

İstatistiksel metotlar genellikle normallik hipotezine müstenittir. Bundan dolayı analizlerden evvel veri setinin normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır (Yamak, 2021).

Verilerin normal dağılıma uygunluğu için en sıklıkla Ki-Kare, Kolmogorow-Smirnov, Lilliefors ve Shapiro – Wilk gibi normallik testlerinden yararlanılmaktadır. Shapiro-Wilk-W testi normallik hipotezini denetleyen en güçlü testtir.

Değişkenlerin normal dağılımdan gelme durumları incelenirken değişkenlerdeki birim sayılar nedeniyle Shapiro Wilk's' den faydalanılmıştır. Shapiro-Wilk sınaması non parametrik bir normallik sınamasıdır. İlk kez 1965 yılında Samuel Shapiro ve Martin Wilk tarafından denenmiş ve yayınlanmıştır (Shapiro and Wilk, 1965).

Örneklem büyüklüğü 20 ile 40 arasında ve bütün beklenen frekanslar 5 veya daha fazla ise ki-kare testi için süreklilik için düzeltilmiş ki-kare testi kullanılmalıdır. En küçük beklenen frekansın, 5'ten küçük olduğu durumlarda Fisher'in kesin testinin kullanılması gerekir (Dawson and Trapp, 2001; Kılıç, 2016).

Çalışmada nominal değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemeye yönelik olarak Ki-kare testi uygulanmıştır. 2x2 tablolarda gözelerdeki beklenen değerlerin yeterli hacme sahip olmaması durumlarında Fisher's Exact Test kullanılmıştır.

Tablo boyutunun ve birim sayısının yüksek olduğu çalışmalarda (rxc boyutlu tablolar), "exact p" değerinin hesaplanmadığı durumlarda Monte Carlo Simülasyonu kullanılır (Dawson and Trapp, 2001; Kılıç, 2016). Bu nedenle RxC tablolarda ise

Monte Carlo Simülasyonu yardımıyla Pearson Ki-Kare analizi uygulanmıştır.

Sonuçların değerlendirilmesinde güven aralığı %95 olarak kabul edilmiştir. Bu durumda, anlamlılık düzeyi 0.05'ten küçük olması durumunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu, aksi durumda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir.

Araştırma Bulguları

İncelenen işletmelerde, işletmecilerin ortalama yaşının 52.42 yıl olduğu ve işletmecilerin yaş aralığının 35-65 yıl arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 1). İşletmecilerin önemli bir

kısımının orta yaşta olduğu söylenilebilir. Siirt ilinde bağcılık işletmelerinde yapılan bir çalışmada, üreticilerin %36'sının 40-60 yaş ve %28'inin 30-40 yaş aralığında olduğu belirtilmiştir (Gazioğlu Şensoy ve ark., 2020). Şanlıurfa ilinde yapılan bir çalışmada ise, işletmecilerin %41.1'inin 38-51 yaş aralığında belirlenmiştir (Issı, 2019).

Üreticilerin tarımsal üretim faaliyetindeki deneyim süreleri (28.44 yıl) ile bağcılık üretim faaliyetindeki deneyim sürelerinin (28.16 yıl) oldukça benzer olduğu saptanmıştır. Bu durumun nedeni, bağların ve diğer arazilerin miras yolu ile edinilmesi ve üreticilerin tarımsal üretim faaliyetine geçişle birlikte bağ üretim faaliyetine de başlamasıdır.

Çizelge 1. İncelenen bağcılık işletmelerinde işletmecinin sosyo-demografik özellikleri

Table 1. Socio-demographic characteristics of the farmers in the viticulture enterprises examined

	Ortalama yaş Average age	Tarımda deneyim (yıl) Experience in agriculture (year)	Bağcılıkta deneyim (yıl) Experience in viticulture (year)	Yıllık Ortalama gelir (TL) Annual average income (TL)
Min	35.00	15.00	15.00	20 000.00
Max	65.00	50.00	50.00	100 000.00
Ortalama	52.42	28.44	28.16	33 078.43

Araştırmada, incelenen işletmelerde hane halkı genişliğinin 5.02 kişi olduğu belirlenmiştir. Çalışmada belirlenen ortalama hane halkı genişliği Türkiye ve Şanlıurfa ili hane halkı genişliği 2019 TÜİK verileri ile (TÜİK, 2020b) karşılaştırmak amacıyla tek örnek t testi yapılmıştır. T testi sonuçlarına göre, %95 güven aralığında ($p < 0.05$), işletmelerin hane halkı genişliğinin, Türkiye

genelinde hane halkı genişliği ile anlamlı, önemli derecede bir farkının olduğu belirlenmiştir. Ancak, Şanlıurfa hane halkı genişliği ile işletmelerin hane halkı genişliği arasında anlamlı bir farkın olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$) (Çizelge 2). Şanlıurfa bağcılık yapan işletmelerin hane halkı sayısının Türkiye ortalamasından yüksek olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. Türkiye ve Şanlıurfa ilinin hane halkı büyüklüğüne göre çiftçilerin ortalama hane halkı büyüklüğü

Table 2. The average household size of farmers comparison with the household size of Turkey and Sanliurfa Province

t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
				Lower	Upper	
Türkiye	7.413	53	0.000	1.66852	1.2171	2.1200
Şanlıurfa	-1.606	53	0.114	-0.36148	-0.8129	0.0900

*Türkiye ortalama hane halkı büyüklüğü, ** Şanlıurfa hane halkı büyüklüğü

* The average household size in Turkey, ** Şanlıurfa household size

Araştırmada incelenen bağcılık işletmelerinde işletmecilerin %93.93'ünün orta öğrenim düzeyinde tahsilli olduğu saptanmıştır. İncelenen işletmelerin ancak %1.79'unun yükseköğretim düzeyinde öğrenim gördüğü ve halen okuyamaz olmayan (%3.57) işletmecilerin olduğu

tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bağcılık işletmelerinde yapılan bir çalışmada, üreticilerin %12'sinin okuyamaz olmadığı ve yükseköğretim düzeyinde öğrenim gören işletmecilerin olmadığı belirtilmiştir (Gazioğlu Şensoy ve ark., 2020).

Çizelge 3. Bağcılık işletmelerinde üreticilerin eğitim durumu
Table 3. Educational status of viticulture producers

Üreticinin Eğitimi Educational status of farmers	Kişi Person	%
Okuryazar değil (Illiterate)	2	3.57
Okuryazar (Literate)	14	25.00
İlkokul (Primary school)	14	25.00
Ortaokul (Middle School)	19	33.93
Lise (High school)	6	10.71
Yüksekokul-Üniversite (High school-University)	1	1.79
Toplam (Total)	54	100.00

İşletmecilerin önemli bir kısmının esas gelir kaynağının tarım olduğu ve %81.49'unun bağcılığı diğer tarımsal faaliyetlerine ilaveten yaptığı, işletmelerin %18.51'i bağcılığın yanı sıra diğer tarımsal faaliyetlerde bulunmadığı belirlenmiştir. Araştırma alanında bağcılık 1. derecede gelir getirici bir üretim faaliyeti olarak değil de diğer tarımsal faaliyetlerin yanı sıra aile-akraba ihtiyacını karşılamaya devam etmesi için veya atadan kalan bir üretim alanı olduğu için yürütülmektedir denilebilir.

Çizelge 4. Şanlıurfa ilinde bağ üretimi (2010-2020)(TÜİK, 2020a)
Table 4. Vineyard in Sanliurfa province (2010-2020)

	Yıllar (Year)	Türkiye	Türkiye Değişim (Change) (%)	Şanlıurfa	Şanlıurfa Değişim (Change) (%)
Alan (Area) (da)	2010	4 777 856	100.0	149 646	100.0
	2015	4 619 557	96.7	105 675	70.6
	2020	4 009 979	83.9	11 137	7.4
Üretim miktarı (Amount of production) (ton)	2010	4 255 000	100.0	72 964	100.0
	2015	3 650 000	85.8	51 048	70.0
	2020	4 208 908	98.9	4 753	6.5
Verim (Yield) (kg/da)	2010	1 048	100.0	548	100.0
	2015	977	93.3	508	92.6
	2020	1 159	110.6	428	78.2

Bağ üretim faaliyetinde, asmalara uygulanan biçim ve bindi sisteminin birleşimine terbiye sistemi denilmektedir. Bağcılıkta aynı zamanda terroir unsurları arasında yer alan terbiye sistemlerinin tercihinde iklim, toprak yapısı, çeşit ve sulama olanakları, alet makine kullanımı gibi etmenler önemli rol oynar (Bahar ve ark., 2018).

Goble terbiye sistemi; geleneksel terbiye sistemleri içerisinde yer alır. Türkiye'de en çok kullanılan terbiye sistemlerinden biridir. Gövde

işletmelerde mülk arazilerin kullanıldığı ve tarımsal üretim yapılan arazinin ortalama 32.64 da olduğu saptanmıştır. Çakır ve ark. (2017)'nin işletmelerdeki bağlıkların önemli bir kısmının 30 dekar ve daha küçük araziler olduğu ve kira veya ortaklığın olmadığı belirtilmiştir.

Şanlıurfa ilinde çekirdeksiz üzüm çeşitleri yetiştirilmemektedir (TÜİK, 2020). Şanlıurfa ili bağcılık üretim faaliyeti bakımından oldukça uygun toprak ve iklim koşullarına sahiptir. Ancak, son yıllarda Şanlıurfa bağ alanlarında çok hızlı bir daralma yaşanmaktadır. Bu duruma paralel olarak da üretim miktarı düşmüştür. TÜİK verilerine göre 2010-2020 yılları arasında Şanlıurfa bağ alanlarında %92.6 oranında daralma yaşanmıştır. Şanlıurfa bağ alanlarının daralmasının yanı sıra verimde de %21.8'lik bir azalma yaşanmıştır (Çizelge 4). Ancak istatistiki verilerden kapama bağ alanları ile ilgili veriler elde edilemediğinden dolayı bölgede yaygın olan zeytin ve Antepfıstığı bahçelerinde bağcılığın yapılması dikkate alınmamaktadır.

üzerinde 3-5 kol bulunur ve omcalar 30 cm- 100 cm yükseklikte taçlandırılır. Serpene terbiye sistemi ise goble terbiye sistemi gibi geleneksel terbiye sistemlerinden birisidir. Türkiye'de en çok Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kullanılır. 2- 3 çubuk ve 18 ile 20 gözden oluşur.

Araştırmada, hiç bir işletmede iki farklı terbiye sisteminin olmadığı ve işletmenin kaç parsel bağı varsa hepsinde aynı terbiye sistemi ile bağcılık yapıldığı saptanmıştır. İşletmelerde bağlarda

uygulanan terbiye sistemlerinin genel olarak serpene (%50.00) ve goble (%44.44) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Şanlıurfa'da üreticilerin bağcılık faaliyetlerini geleneksel yöntemlerle devam ettirmekte olduğu söylenilebilir. Ancak, incelenen işletmelerin %98.15'inde bağların işletmeci tarafından kurulmuş olmadığı, anaç ve fidan seçiminin de kendisi tarafından yapılmadığı ve miras yolu ile edinildiği belirlenmiştir. Ayrıca bağların ortalama 20.66 yaşında olduğu, herek ve telli terbiye sistemlerinde üretim faaliyetinde bulunan bağların ise 2 yıllık olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Bu durumda, işletmecilerin terbiye sistemi ile ilgili bir tercihinin olmadığı söylenebilir. Bağın kapama olup olmaması, bağın büyüklüğü, sulama olanakları ve bağ üretim faaliyetine devam etme nedeni (aile tüketimi veya pazara yönelik olma vb.) terbiye sistemleri tercihini etkileyen diğer unsurlar arasındadır.

Çizelge 5. İşletmelerde bağlarda uygulanan terbiye sistemleri
Table 5. Training systems applied in vineyards in enterprises

Terbiye sistemleri Training systems	Bağın Yaşı (Yıl) Age of the Vineyard (Year)	İşletme sayısı Number of farmers	%
Serpene	21.53	27	50.00
Goble	21.64	24	44.44
Herek	2.00	2	3.71
Telli	2.00	1	1.85
Toplam (Total)	20.66	54	100.00

Yapılan bir çalışmada, telli terbiye sisteminde alınan verimin goble terbiye sisteminden 1.6 kat daha verimli olduğu saptanmış olup telli terbiye sistemlerinden daha yüksek brüt üretim değeri elde edildiği belirtilmiştir (Karadağ Gursoy ve ark., 2018). Ancak bu çalışmada, bağlarda mevcut terbiye sistemini değiştirme ile ilgili düşüncelerinin olup olmadığı işletmecilere sorulmuş ve işletmelerin tamamı, böyle bir değişikliğe gitmek istemediklerini belirtmişlerdir.

Çalışmada, %1 hata payı ile son 3 yıl içinde, üzüm üretimi ile ilgili bir değişiklik yapma durumu ile terbiye sistemleri arasında ve yeşil budama yapma durumu ile terbiye sistemleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). Ayrıca, %5 hata payı ile sulama yapma durumu ile

terbiye sistemleri arasında da anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çardak terbiye sistemi kullananların tamamının, goble terbiye sistemi kullananların %95.83'ünün ve serpene terbiye sistemi kullananların %88.89'unun son 3 yıl içinde, bağcılık üretim faaliyeti ile ilgili herhangi bir değişiklik yapmadığı saptanmıştır. Herek terbiye sistemi kullananların ve telli terbiye sistemi kullananların tamamının son 3 yılda, üzüm üretiminde değişiklik yaptığı belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çardak ve Herek terbiye sistemlerini kullananların tamamının, Goble terbiye sistemi kullananların %91.67'sinin ve Serpene terbiye sistemi kullananların %66.68'sinin sulama yapmadığı belirlenmiştir. Telli terbiye sistemi kullananların tamamının ise sulama yaptığı saptanmıştır (Çizelge 6). Yapılan bir çalışmada, telli terbiye sistemi kullanılarak bağcılık yapılan işletmelerin bağ alanlarının %92.85'inin sulu ve %7.15'ini kuru arazi olduğu ancak goble terbiye sistemi ile bağcılık yapılan işletmelerde bağ alanlarının %89.84'ünün kuru ve %10.16'sını sulu arazi olduğu belirtilmiştir. Araştırmada, telli terbiye sistemlerinin de ziyade sulu koşullar isterken, goble terbiye sisteminin kuru kuru koşullarda yürütüldüğünü saptamışlardır (Taşkın ve Demircan, 2014). Diğer bir çalışmada da benzer bir durum saptanmış olup üzüm üretiminin daha çok sulu koşullarda yapıldığı ancak goble terbiye sisteminin sulanmayan bağlarda kullanıldığı tespit edilmiştir (Karadağ Gursoy ve ark., 2018). Bekişli ve ark. (2015), Şanlıurfa ilinde, bağların mevcut durumlarını ve bağlarda kullanılan sulama sistemlerini inceledikleri çalışmada, bağcılığın genellikle antepfıstığı ve zeytin ile birlikte yapıldığını ve mevcut bağların ancak %3'ünün sulandığını saptamışlardır. Ayrıca, sulama yapılan bağlarda karıkla sulamanın tercih edildiğini ve bu durumun, hem ekolojik koşullardan hem de diğer sulama sistemlerinin maliyetli olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir (Bekişli ve ark., 2015).

Çardak, Goble ve Herek terbiye sistemi kullananların tamamının yeşil budama yapmadığı, Serpene terbiye sistemi kullananların %77.78'inin yeşil budama yapmadığı ve Telli terbiye sistemi kullananların tamamının ise yeşil budama yaptıkları saptanmıştır.

Çizelge 6. İncelenen işletmelerde bazı değişkenlerle terbiye sistemi arasındaki ilişki

Table 6. The relationship between some variables and the training system in the enterprises examined

Değişkenler Variables		Terbiye sistemleri (Training systems)												Ki-Kare	p
		Çardak		Goble		Herek		Serpene		Telli Terbiye		Toplam			
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Son 3 yılda üretimle ilgili bir değişiklik yapma Changes related to production in the last 3 years	E	0	0	1	4	2	100	3	11	1	100	7	13	*	0,003
	H	2	100	23	96	0	0	24	89	0	0	49	88		
Bağın toprak yapısı Soil structure of the vineyard	K	1	50	17	71	2	100	19	70	1	100	40	71	*	0,964
	KT	1	50	6	25	0	0	8	30	0	0	15	27		
	T	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	1	2		
Anaç seçiminden önce toprak tahlili yaptırma Soil analysis before rootstock selection	E	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	2	*	0,969
	H	2	100	24	100	2	100	26	96	1	100	55	98		
Mevcut terbiye sistemini değiştirmeyi düşünme Considering changing the current training system	E	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	2	*	0,959
	H	2	100	24	100	2	100	26	96	1	100	55	98		
Yeşil budama yapma Green pruning	E	0	0	0	0	0	0	6	22	1	100	7	13	*	0,005
	H	2	100	24	100	2	100	21	78	0	0	49	88		
Toprak işleme Soil cultivation	E	2	100	24	100	2	100	27	100	1	100	56	100	-	-
	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Toprakta gübreleme Soil fertilization	E	1	50	1	4	0	0	4	15	1	100	7	13	*	0,066
	H	1	50	23	96	2	100	23	85	0	0	49	88		
Yapraktan gübreleme Leaf fertilization	E	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	2	*	0,354
	H	2	100	24	100	2	100	26	96	1	100	55	98		
Sulama Irrigation	E	0	0	2	8	0	0	9	33	1	100	12	21	*	0,036
	H	2	100	22	92	2	100	18	67	0	0	44	79		

*:monte carlo simülasyonu uygulanmıştır (Monte Carlo simulation has been applied), -: Ki-Kare Testi Uygulanamaz (Chi-Square Test Not Applicable), E: Evet (Yes), H: Hayır (No), K: Kır (Sloped dry land), T: Taban (Base land), KT: Kır-taban (Semi slope dry land)

Birbirine çok girmiş yaprakların ve sürgünlerin eksiltilmesi, hastalıkların kontrol altına alınabilmesi ve mücadelenin daha kolay olması için faydalıdır. Yeşil budama yapılarak, bağlarda daha çok hava sirkülasyonu olacaktır. Ayrıca, bağlarda ölü kol ve külleme hastalığının kontrol altına alınması da kolaylaşacaktır. Sürgün uçları salkımlara göre daha fazla karbonhidrat tükettiği için sürgün uçlarının budanması ile karbonhidratlar salkımlar tarafından kullanılması sağlanmış olacaktır (Anonim, 2021).

Ayrıca, %10 hata payı ile topraktan gübreleme ile terbiye sistemleri arasında da anlamlı bir ilişki saptanmıştır (Çizelge 6).

Araştırmada, bağın toprak yapısı, anaç seçimi öncesi toprak analizi yaptırma durumu ve terbiye sisteminin değiştirmeyi düşünme ile terbiye sistemi arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 6). Bölgede yapılan bir çalışmada, Filoksera zararlısının bağlar üzerinde oldukça olumsuz etkilerinin olduğu ve uygun anaçlar olmadan yeni bağların tesis edilmemesi gerektiği belirtilmiştir (Kandemir, 2013).

Sonuç ve Öneriler

Şanlıurfa ili bağcılık üretim faaliyeti bakımından oldukça uygun toprak ve iklim koşullarına sahiptir. Ancak son yıllarda Şanlıurfa bağ alanlarında çok hızlı bir daralma yaşanması ve verimin de önemli derecede düşmüş olması durumlarına paralel olarak üretim miktarı düşmüştür.

İncelenen işletmelerde işletmecilerin ortalama yaşının 52.42 yıl olduğu ve tarımsal üretim faaliyetindeki deneyim süreleri (28.44 yıl) ile bağcılık üretim faaliyetindeki deneyim sürelerinin (28.16 yıl) oldukça benzer olduğu saptanmıştır. Bu durumun nedeni bağların, diğer arazilerin miras yolu ile edinilmesi ve üreticilerin tarımsal üretim faaliyetine geçişle birlikte bağ üretim faaliyetine de başlamasıdır.

Araştırmada, incelenen işletmelerin hane halkı genişliği ile Türkiye genelinde hane halkı genişliği arasında anlamlı, önemli derecede bir fark olduğu belirlenmiştir. Ancak Şanlıurfa hane halkı genişliği ile işletmelerin hane halkı genişliği arasında

anlamlı bir farkın olmadığı saptanmıştır. Şanlıurfa ili genelinde hane halkı genişliği Türkiye ortalamasının üzerindedir.

Araştırmada incelenen bağcılık işletmelerinde işletmecilerin %93.93'ünün orta öğrenim düzeyinde tahsilli olduğu saptanmıştır. İncelenen işletmelerin ancak %1.79'unun yüksekokul-üniversite düzeyinde öğrenim gördüğü tespit edilmiştir. Tarımsal üretimde, yeniliklerin benimsenmesi, kültürel işlemlerin zamanında ve usulünce yerine getirilmesi konularında eğitim önemli bir unsurdur. Nitekim araştırmada telli terbiye sistemini uygulayan işletmecinin yüksekokul, terbiye sisteminde değişiklik düşünen işletmecinin ise lise düzeyinde eğitilmiş olduğu saptanmıştır.

Araştırmada bir işletmede iki farklı terbiye sisteminin olmadığı ve işletmenin kaç parsel bağı varsa hepsinde aynı terbiye sistemi ile bağcılık yapıldığı saptanmıştır. İşletmelerde bağlarda uygulanan terbiye sistemlerinin genel olarak serpene (%50.00) ve goble (%44.44) olduğu belirlenmiştir. Bağların ortalama 20.66 yaşında olduğu, herek ve telli terbiye sistemlerinde üretim faaliyetinde bulunan bağların ise 2 yıllık olduğu saptanmıştır. Şanlıurfa'da üreticilerin bağcılık faaliyetlerini geleneksel yöntemlerle devam ettirmekte olduğu söylenilebilir. Bağın kapama olup olmaması, bağın büyüklüğü, sulama olanakları, bağ üretim faaliyetine devam etme nedeni (aile tüketimi veya pazara yönelik olma, diğer çok yıllık ürünlerin verimli yaşa gelinceye kadar ara dönem tarımı olarak görülmesi vb.) terbiye sistemleri tercihini etkileyen unsurlar arasındadır. Geleneksel terbiye sistemleri dışında kalan yüksek terbiye sistemlerinin bölgede uygulanmıyor olmasının nedenlerinden biri bağcılığı diğer bahçe bitkileri ile birlikte yapabilmek düşüncesidir. Yani üretici, yüksek terbiye sistemleri için tesis masraflarını gerçekleştirdiği durumda, tesis dönemi masraflarını karşılayamadan antepfıstığı, zeytin gibi üretim faaliyetlerine geçemeyeceği ve üretim faaliyetini kolayca değiştiremeyeceği için bu tür terbiye sistemlerini tercih etmemektedir. Ancak incelenen işletmelerin %98.15'inde bağların

işletmeci tarafından kurulmuş olmadığı, anaç ve fidan seçiminin de kendisi tarafından yapılmadığı ve miras yolu ile edinildiği belirlenmiştir. Bu durumda terbiye sistemi ile ilgili bir tercihi olmamıştır denilebilir.

Çalışmada, son 3 yıl içinde üzüm üretimi ile ilgili bir değişiklik yapma durumu ile terbiye sistemleri arasında, yeşil budama yapma durumu ile terbiye sistemleri arasında ve sulama ile terbiye sistemleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

İşletmelerin %87.5'inin son yıllarda bağcılık üretim faaliyeti ile ilgili herhangi bir değişiklik yapmadığı saptanmıştır. Üretim faaliyeti ile ilgili değişiklik yaptığını ifade eden üreticilerin ise üretim faaliyetini geliştirmenin aksine, dikili bağ alanlarını daralttıkları belirlenmiştir. Araştırma alanında bağcılığın Antepfıstığı üretimi yapılan alanlarda ara tarım olarak yapılabilmesi nedeniyle farklı terbiye sistemleri kullanımı gerçekleşmemektedir. Araştırma alanında Antepfıstığı'nın dekara olan verimi ve ekonomik getirisi daha yüksektir. Bu nedenle de üreticiler üzüm üretimi yerine fıstık üretimine yönelmişlerdir. Bunun sonucu olarak birçok kapama bağ sökölüp bu alanlarda Antepfıstığı üretimine geçilmiştir. Bölgede bağcılığın geliştirilmesi ve eski önemini kazanması için kapama bağlara olan destekleme politikaları geliştirilmelidir.

Üreticilerin %87.5'i yeşil budama yapmamaktadırlar. Hâlbuki yeşil budama, hastalıkların kontrol altına alınabilmesi bakımından faydalı bir işlemdir. Çünkü bağlarda dallar ve yapraklar arasında havanın sirkülasyonu daha iyi sağlanacaktır. Ayrıca ilaçlamanın etkinliğini de artıracaktır. Döllenme daha iyi olacaktır. Üreticiler yeşil budama ile ilgili bilgilendirilmeli ve bağlarda kültürel işlemler ile ilgili yayım çalışmaları artırılmalıdır.

İşletmelerin %78.57'sinin sulama yapmadığı ve telli terbiye sisteminde sulama yapıldığı saptanmıştır. Telli terbiye sistemleri su kaybını, dolayısıyla da bitki su tüketimini artırmaktadır. Sulama imkânlarının artırılması ve sulama sistemleri ile ilgili destekler terbiye sistemi

tercihlerini etkileyebilir.

Bölgede floksera ve kök çürüklüğü kapama bağların azalmasının önemli nedenleri arasındadır. Kök çürüklüğüne dayanıklı anaç seçiminde uzmanların desteğine ve bağlarda anaç değişikliği ile ilgili devlet desteğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Ekler:

Bu çalışma; HÜBAK tarafından 19112 Nolu proje olarak desteklenmiş olup Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı'nda yapılmış olan "Şanlıurfa İlinde Farklı Bağ Terbiye sistemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması" adlı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Ayrıca 25-27 Kasım 2019 tarihinde Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından düzenlenen "I. International Göbeklitepe Agriculture Congress"inde özet bildiri olarak sunulmuştur.

Harran Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'nun 14.11.2018 tarih ve 2019/69 numaralı kararı ile çalışmanın anketlerinin uygulanabilmesi için etik kurul izni alınmıştır.

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

Yazar katkısı: R.Ö. araştırmayı tasarlayarak çalışmanın yürütülmesini sağlamıştır. B.E., çalışmanın verilerini elde etmiştir, R.Ö. ve B.E. verileri bilgisayar ortamında işlemiş ve analiz etmiştir, R.Ö. ve B.E. makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Anonim (2003). Üzüm Çalışma Grubu Raporu. Türkiye Ziraat Odaları Birliği (TZOB), http://www.tzob.org.tr/tzob_web/rapor.htm; (01.03.2008).
- Anonim (2021). Asmalarda Yaz Budaması. (Tarım Bilgi Bankası), (15.03.2021) <https://www.tarimbilgisi.com/haber/tarim-ve-ciftci/asmalarda-yaz-budamasi>
- Arroyo-Garcia, R., Ruiz-Garcia, L. and Bolling, L. (2006). Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. Sativa) based on chloroplast DNA

- polymorphisms. *Mol. Ecol.* 15: 3707-3714.
- Bahar, E., Korkutal, İ. ve Öner, H. (2018). Bağcılıkta terroir unsurları. *Bahçe* 47(2): 57-70.
- Bekişli, M.İ., Bilgiç, C. ve Gürsöz, S. (2015). Şanlıurfa ili bağ alanlarının mevcut durumu ve sulama sistemlerinin değerlendirilmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A*, 27: 562-565.
- Çakır, A., Odabaşoğlu, M. İ., İşlek, F., ve Alanko, M. (2017). Diyarbakır ili Dicle ilçesi bağcılığının mevcut durumu, başlıca sorunları ve çözüm önerileri. *Alatırım*, 16(2): 37-46.
- Dawson, B., and Trapp, R.G. (2001). Research questions about two separate or independent groups. *Basic & Clinical Biostatistics*. Lange Medical Books, 3rd Edition; 50-148.
- FAO (2018). Crops data. (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>) (erişim tarihi: 20.02.2021)
- Gazioğlu Şensoy, R.İ., Kısaca, G., Baş, E. Ö., ve Yılmaz, Y. (2020). Siirt ili ve bazı ilçelerinde mevcut bağcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve tarımsal uygulamalara yaklaşımlarının belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2): 289-298.
- Issi, S. (2019). Pamuk üreticilerinin tarım politikaları karşısındaki tutum ve algıları: Şanlıurfa örneği. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Kandemir, Z. H. (2013) Halfeti yöresinde bağcılıkta geleneksel olarak kullanılan goble ve serpene terbiye sistemlerinin karşılaştırılması üzerine bir araştırma. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Karadağ GURSOY A., GUL M., ÖRMECİ KART M.C. (2018). General characteristics of vineyard farms in Denizli province. Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development", Vol. 18 ISSUE 4, PRINT ISSN 2284-7995, 163-172.
- Kılıç, S. (2016). Ki-Kare Testi. *Journal of Mood Disorders*, 6(3): 180-182.
- Shapiro, S. S. and Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52: 591-611.
- Taşkın, H., ve Demircan, V. (2014). Bağcılıkta telli ve goble terbiye sistemlerinin ekonomik yönden karşılaştırılması: İsparta ili örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 9 (1): 95-110.
- TÜİK (2020a). Bitkisel ürün istatistikleri. (Erişim tarihi: 20.02.2021) (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>)
- TÜİK (2020b). İstatistiklerle Aile 2019. (erişim tarihi: 20.02.2021) (<https://tuikweb.tuik.gov.tr/>)
- TÜİK, (2021). Bitkisel Üretim İstatistikleri (erişim tarihi: 07.05.2021) (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>)
- Yamak, U. (2021). Normallik testleri. (Erişim tarihi: 05.03.2021). <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/umut.yamak/>
- Yazıcıoğlu, Y., ve Erdoğan, S. (2014). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri-SPSS Uygulamalı*. Detay Yayıncılık, Ankara.



Farklı demir (Fe) formu uygulamalarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Fe konsantrasyonuna etkisi

The effect of different iron (Fe) form applications on the grain Fe concentration of bread and durum wheat varieties

Selçuk UYSAL¹ , Halil ERDEM^{2*} , Cabir Çağrı GENÇE³ 

^{1,2}Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 60240, Tokat.

³Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi, 68100, Aksaray

¹<https://orcid.org/0000-0001-5413-2891>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3296-1549>; ³<https://orcid.org/0000-0001-9748-1303>

To cite this article:

Uysal, S., Erdem, H. & Gence, C.Ç. (2021). Farklı demir (Fe) formu uygulamalarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Fe konsantrasyonuna etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2):244-253.

DOI:10.29050/harranziraat.875694

*Address for Correspondence:

Halil ERDEM

e-mail:

erdemh@hotmail.com

Received Date:

08.02.2021

Accepted Date:

23.03.2021

© 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.

ÖZ

Bu çalışmada, sera koşullarında ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerine farklı Fe formu ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; Fe-EDTA; Fe-EDDHA) ve uygulama şekillerinin (toprak, yaprak ve toprak+yaprak) tane Fe konsantrasyonuna olan etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; topraktan (0 ve 5 mg Fe kg^{-1}), yapraktan (%0.2 Fe), toprak + yaprak (0 ve 5 mg Fe kg^{-1} toprak + %0.2 Fe yaprak) farklı Fe formu (özellikle Fe-EDTA ve FeSO_4) uygulamalarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kuru madde verimi, tane verimi ve 1000 tane ağırlıkları ile tane Fe konsantrasyonlarında istatistiksel ($p < 0.05$) olarak önemli düzeyde artışlara neden olduğu tespit edilmiştir. Ekmeklik buğday çeşidinin kontrol uygulamasında tane Fe konsantrasyonu 29.2 mg kg^{-1} iken, toprak+yapraktan Fe uygulamasıyla tane Fe konsantrasyonu sıra ile FeSO_4 formunda 44.3 mg kg^{-1} (%51.7 artış), Fe-EDTA formunda 43.7 mg kg^{-1} (%53.4 artış), Fe-EDDHA formunda ise 44.8 mg kg^{-1} a (%49.6 artış) çıkmıştır. Uygulama şekilleri bakımından tane Fe konsantrasyonları değerlendirildiğinde, toprak+yaprak uygulamasının diğer uygulamalara (toprak, yaprak) göre ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Fe konsantrasyonlarında daha fazla artışa neden olduğu görülmüştür. Sonuç olarak FeSO_4 ve Fe-EDTA formlarının toprak+yaprak uygulamaları ile ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin hem verim parametreleri hem de tane Fe konsantrasyonlarında önemli düzeyde artışa neden olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Demir, Form, Uygulama, Metot, Tahıl

ABSTRACT

In this study, the effect of different Fe forms ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; Fe-EDTA; Fe-EDDHA) and application methods (soil, foliar, soil+foliar) on grain Fe concentrations on bread and durum wheat varieties under greenhouse conditions was investigated. According to the obtained results; It was revealed that different Fe form applications (especially Fe-EDTA and FeSO_4) from soil (0 and 5 mg Fe kg^{-1}), leaf (%0.2 Fe), soil and leaf (0 and 5 mg Fe kg^{-1} + %0.2 Fe) caused statistically ($p < 0.05$) significant increases in dry matter, grain and 1000 grain yields and grain Fe concentrations of bread and durum wheat varieties. While the grain Fe concentration was 29.2 mg kg^{-1} in the control application of the bread wheat variety, the grain Fe concentration increased to 44.3 mg kg^{-1} (51.7% increase) in the FeSO_4 form, 43.7 mg kg^{-1} (53.4% increase) in the Fe-EDTA form and 44.8 mg kg^{-1} (49.6% increase) in the Fe-EDDHA form with the soil + leaf Fe application. When the grain Fe concentrations were evaluated in terms of the application methods, it was seen that the soil + leaf application caused a greater increase in the grain Fe concentrations of bread and durum wheat varieties compared to other applications (soil, leaves). As a result, it was revealed that FeSO_4 and Fe-EDTA forms caused a significant increase in both yield parameters and grain Fe concentrations of bread and durum wheat varieties with soil + leaf applications.

Key Words: Iron, Form, Application, Method, Cereal

Giriş

Demir eksikliği dünyada yaklaşık 2 milyar insanda, genellikle çocuklar ve gebe kadınlarda ortaya çıkan önemli bir beslenme sorunudur. Demir noksanlığı insanlarda hastalıklara karşı duyarlılığı arttırmakta, beyin gelişiminde sorunlara ve fiziksel gelişimde bozuklukların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sorun her yıl yaklaşık 100000 kadının doğum sırasında ölümüne neden olmaktadır (Anonim, 2020a). Ülkemizde Fe noksanlığı yeni doğan bebeklerin %50'sinde, okula giden çocukların %30'unda ve gebe kadınların yaklaşık %50'sinde ortaya çıkan önemli bir beslenme sorunudur (Anonim, 2020b). İnsanlarda ortaya çıkan yukarıda verilen sağlık problemlerinin özellikle demir bakımından yetersiz olan tarımsal gıdaların tüketiminden kaynaklandığı bildirilmiştir. Ülkemizde Fe eksikliği toprakta ve dolayısı ile bitkilerde (Cakmak ve ark., 1999; Eyüpoğlu ve ark., 1997) ve de insanlarda (Çavdar ve ark., 1983) ortaya çıkan önemli beslenme problemlerinden biridir. Türkiye'nin farklı bölgelerindeki tarım alanlarından toplanan toprak numunelerinde gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre toprakların %27'sinde Fe noksanlığının olduğu bildirilmiştir (Eyüpoğlu ve ark., 1997).

Topraklarda alınabilir Fe konsantrasyonunun düşük olması sonucu hem insanlarda hem de bitkilerde Fe noksanlığı ortaya çıkmaktadır. Normal koşullarda tarım topraklarında toplam Fe konsantrasyonları (%0.5-5.0) oldukça yüksektir, ancak bitkilerin topraktan Fe alımını engelleyen bazı toprak ve çevre faktörleri vardır. Demir noksanlığı özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerin pH'sı yüksek, kireçli, killi, organik maddesi düşük topraklarında rastlanmaktadır. Dünyadaki tarım topraklarının yaklaşık %50'si kurak ve yarı kurak bölgelerde bulunduğu ve bu toprakların ise yaklaşık %25'inin de kireçli olması bitkilerde Fe noksanlığının yaygın olmasına neden olmaktadır (Chen ve Barak, 1982).

Gelişmekte olan ülkelerde bitkisel gıdalar insanların günlük mikro besin elementi gereksinmesinin karşılanmasında en önemli besin

kaynağını oluşturmaktadır. Ancak, bitkiler insanların günlük mikro element ihtiyacını karşılayacak kadar yeterli konsantrasyona sahip değildir. Bu nedenle dünyada yaygın durumda olan mikro besin elementi noksanlıklarını azaltmak için bitkilerin mikro besinlerce iyileştirilmesine de vazgeçilmez bir gereklilik bulunmaktadır. Mikro element konsantrasyonunu arttırmanın en önemli yollarından biri gübrelemedir. İnorganik veya organik kökenli Fe kaynaklarının bitkilere topraktan ve/veya yapraktan uygulanması ile Fe noksanlığı giderilebilmektedir (Àlvarez-Fernàndez ve ark., 2006). Yapılan çalışmalarda topraktan Fe ile gübrelemede inorganik kaynaklı Fe gübrelerine göre organik kökenli (şelatlı) gübrelerin daha etkili olduğu bildirilmiştir (Papastylianou, 1990). Yapraktan yapılan uygulamalar topraktan yapılan uygulamalara göre bitkilerin mikro besin elementi ihtiyacını karşılama bakımından daha etkili olmaktadır (Cakmak ve ark., 2010). Demir ve Zn gibi mikro elementlerin topraktan alımını güçleştiren yüksek pH, yüksek kireç ve yüksek kil oranı gibi nedenlerinden dolayı bu topraklarda yetişen bitkilere yapraktan uygulama ile mikro element noksanlıkların önüne geçilebilmektedir (Güneş ve ark., 2000).

Kültürü yapılan modern buğday çeşitlerinde tane Fe konsantrasyonları 20 ile 35 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çakmak ve ark., 2004). Bu konsantrasyonlar insanların günlük beslenmelerinde alması gereken miktarın çok altında kalmaktadır. Dünyanın birçok yöresinde olduğu gibi Türkiye'de de tahılların demir (Fe) içeriklerinin düşüklüğü özellikle hamile kadınlar ile bebeklerde büyük sorunlara neden olmaktadır. Bu sorunlar tarımsal üretim alanında neden oldukları verim ve bunun sonucu olarak üretim düşüklükleri yanında, özellikle tahıla dayalı beslenmenin yaygın olduğu yerlerde insan sağlığı açısından da önemli olabilmektedir (Cakmak ve ark., 2010).

Bitkiler topraktan almış oldukları demirin çok azını taneye taşımaktadırlar. Buğday bitkisinde yapraklardan taneye taşınan demirin sadece %5 düzeyinde olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır. Bu değer diğer mikro elementler

ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür (Garnett ve Graham, 2005). Bir strateji II bitkisi olarak, buğday bitkisi Fe noksanlığı koşullarında köklerinden fitosiderofor salgılayarak topraktaki demirden yararlanabilmektedir (Marschner, 1995). Tahıllara özgü bu mekanizma nedeni ile pratik koşullarda buğday bitkisinde demirli gübrelerin uygulanmaması insan ve hayvan beslenmesinde son derece önemli olan tane Fe düzeylerinin düşük olmasına sebep olmaktadır. Tahılların Fe içeriği 40 mg kg^{-1} 'dan daha düşüktür. Islah yoluyla geliştirilen yüksek verimli çeşitlerin yanı sıra, modern tarım tekniklerinin de kullanılmasıyla buğdayda verim artmış ancak süreç içerisinde buğday tanesinde Fe miktarı giderek azalmıştır. Bu çalışmada, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan ekmeklik (*Triticum aestivum*-Pamukova) ve makarnalık (*Triticum durum*-Sarıçanak) buğday çeşitlerine farklı Fe formlarının ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; Fe-EDTA; Fe-EDDHA) toprak, yaprak ve

toprak+yaprak uygulamaları ile tane Fe konsantrasyonunun artırılması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Bitki materyali

Sera denemesinde Pamukova 97 (ekmeklik buğday-*Triticum Aestivum* L.) ile Sarıçanak (makarnalık buğday-*Triticum durum*) buğday çeşitleri kullanılmıştır.

Toprak materyali

Sera denemesinde 0-30 derinlikten alınmış kil tekstüre sahip, organik madde düzeyi çok düşük, alkali karakterde, tuzsuz, DTPA'da ekstrakte edilebilir Fe ve Zn konsantrasyonları yetersiz bir toprak kullanılmıştır. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sera denemesinde kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil used in the greenhouse experiment

Toprak özelliği Soil property	Değeri Value	Toprak özelliği Soil property	Değeri Value
Kil (%) Clay (%)	63.5	Organik madde (%) Organic matter (%)	0.12
Silt (%) Silt (%)	19.6	P_2O_5 (kg da^{-1}) P_2O_5 (kg da^{-1})	3.26
Kum (%) Sand (%)	16.9	K_2O (kg da^{-1}) K_2O (kg da^{-1})	46.2
pH pH	7.83	Fe (mg kg^{-1}) Fe (mg kg^{-1})	2.84
Tuz (mS cm^{-1}) Salt (mS cm^{-1})	0.24	Zn (mg kg^{-1}) Zn (mg kg^{-1})	0.11
Kireç (%) Lime (%)	17.8		

Metot

Sera denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 4'er tekerrürlü olarak kurulmuştur. Plastik saksıların kullanıldığı denemede her saksıya 2250 g toprak koyulmuştur. Temel gübreleme olarak tüm saksılara 250 mg kg^{-1} N, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ formunda, 100 mg kg^{-1} P, KH_2PO_4 formunda ve 2.5 mg kg^{-1} Zn, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ formunda homojen olarak toprağa yapılmıştır. Denemede üç farklı Fe formu; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (%20.1 Fe), Fe-EDTA (%13 Fe) ve Fe-EDDHA (%6 Fe)

kullanılmıştır. Topraktan Fe uygulamaları 0 ve 5 mg kg^{-1} Fe dozlarında olacak şekilde temel gübreler ile birlikte denemenin başlangıcında toprağa uygulanmıştır. Saksı başına 10 tohum ekilmiş ve çimlenmeden sonra bu sayı 4'e seyreltilmiştir. Bitkiler günlük olarak su ihtiyaçlarına (tarla kapasitesinin %70'ine denk gelecek kadar) göre saf su ile sulanmıştır.

Yapraktan Fe uygulamaları farklı Fe formlarının ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Fe-EDTA, Fe-EDDHA) ayrı ayrı %0.2 Fe dozunda yapraktan 1 defa uygulama

yapılmıştır. Yaprak uygulamaları bitkiler sapa kalkma döneminde (Zadoks growth scale 41) iken yapılmıştır (Zadoks ve ark., 1974).

Bitkiler başak olgunlaşma sonunda ayrı ayrı hasat edilmiş, hasat işleminden sonra her bir uygulamaya ait bitkilerin verimi (toplam biyomas), tane verimi ve 1000 tane ağırlığı belirlenmiştir. Verim parametreleri belirlenen tane örnekleri mikrodalga cihazında yaş yakma metoduna göre (Kacar ve İnal, 2008) yakılmış ve ICP-OES cihazında Fe ve Zn elementlerinin konsantrasyonları belirlenmiştir.

İstatistiksel analizler

Farklı Fe formu ve uygulama şekillerinin ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Fe konsantrasyonlarına, tüm bitki verimi, tane verimi, 1000 tane ağırlığı ile tane Zn konsantrasyonlarına etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) testi uygulanarak belirlenmiş, dozların etkilerinin homojen gruplara ayrılması işleminde ise DUNCAN testi yapılmıştır. Önem seviyeleri her bir tablonun altında verilmiştir. İstatistiksel analizlerde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Farklı Fe formu ve uygulamalarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kuru madde, tane verimi ile 1000 tane ağırlığına etkisi

Toprakten, yaprakten, toprak ve yaprakten farklı Fe formu uygulamalarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kuru madde ve tane verimi ile 1000 tane verimlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde artışlara neden olduğu

ortaya çıkmıştır (Çizelge 2 ve 3). Ekmeklik buğday çeşidinin tüm bitki veriminde en fazla artış, toprak uygulamasında FeSO₄ ve Fe-EDTA formları, yaprak uygulamasında FeSO₄ ve Fe-EDTA formları, toprak+yaprak uygulamasında ise Fe-EDTA formu uygulamalarında olmuştur (Çizelge 2). Makarnalık buğday çeşidinin kontrol uygulamasının 9.9 g bitki⁻¹ olan tüm bitki verimi, topraktan Fe formu uygulamaları arasında en fazla verim artışına Fe-EDDHA (12.5 g bitki⁻¹), yaprakten Fe formu uygulamalarında Fe-EDTA (11.8 g bitki⁻¹), toprak+yaprak uygulamalarında ise tüm bitki veriminde en fazla artışın Fe-EDTA (13.5 g bitki⁻¹) uygulamasında olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Farklı Fe formu ve uygulamaları ile ekmeklik buğdayın tane verimi ile 1000 tane veriminde ortaya çıkan verim artışına en fazla Fe-EDTA formu uygulamasının neden olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

Makarnalık buğdayın kontrol uygulamasının tane verimi 2.29 g bitki⁻¹ iken, topraktan (2.90 g bitki⁻¹), yaprakten (2.62 g bitki⁻¹), toprak+yaprak (3.40 g bitki⁻¹) farklı Fe formu uygulamaları arasında en fazla verim artışına Fe-EDTA'nın neden olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 3). Benzer durum makarnalık buğdayın 1000 tane ağırlığında da görülmüş olup, kontrol uygulamasının 29.2 g olan 1000 tane ağırlığı, Fe-EDTA'nın toprak (33.3 g), yaprak (31.8 g) ve toprak+yaprak (34.2 g) uygulamalarında en fazla verim artışına neden olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2). Sonuçlardan da görüleceği üzere, çalışmada kullanılan üç farklı Fe formu arasında hem ekmeklik hem de makarnalık buğday çeşitlerinin verim (tüm bitki verimi, tane verimi, 1000 tane ağırlığı) artışı üzerine Fe-EDTA'nın daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 2 ve 3).

Çizelge 2. Farklı Fe form ve uygulamaları altındaki ekmeklik buğday çeşidinin tüm bitki, tane ve 1000 tane verimleri
 Table 2. Whole plant, grain and 1000 grain yields of bread wheat under different Fe forms and applications

Fe formu Fe form	Tüm bitki verimi Whole plant yield (g bitki ⁻¹)	Tane verimi Grain yield (g bitki ⁻¹)	1000 Tane ağırlığı 1000 Grain weight (g)
	Toprakтан 5 mg kg ⁻¹ Fe uygulaması 5 mg kg ⁻¹ Fe application on soil		
KONTROL CONTROL	10.7 ^b	2.24 ^b	23.8 ^c
FeSO ₄ FeSO ₄	12.7 ^a	3.22 ^a	25.8 ^a
Fe-EDTA Fe-EDTA	12.7 ^a	3.49 ^a	28.2 ^{bc}
Fe-EDDHA Fe-EDDHA	12.2 ^a	3.40 ^a	27.1 ^{ab}
Ortalama Mean	12.0	3,08	26,3
	Yapraktan %0.2 Fe uygulaması %0.2 Fe application on leaf		
KONTROL CONTROL	10.7 ^b	2.24 ^c	23.8 ^b
FeSO ₄ FeSO ₄	12.6 ^a	3.35 ^a	26.3 ^a
Fe-EDTA Fe-EDTA	12.6 ^a	3.76 ^a	27.3 ^a
Fe-EDDHA Fe-EDDHA	12.2 ^a	2.55 ^b	26.7 ^a
Ortalama Mean	12.0	2.97	26.0
	Toprakтан 5 mg kg ⁻¹ Fe + Yapraktan %0.2 Fe uygulaması 5 mg kg ⁻¹ Fe application on soil + %0.2 Fe application on leaf		
KONTROL CONTROL	10.7 ^b	2.24 ^b	23.8 ^b
FeSO ₄ FeSO ₄	13.3 ^a	3.55 ^a	27.2 ^a
Fe-EDTA Fe-EDTA	13.6 ^a	3.67 ^a	28.6 ^a
Fe-EDDHA Fe-EDDHA	13.2 ^a	3.65 ^a	28.5 ^a
Ortalama Mean	12.7	3.27	27.0
Uygulama Şekli Method of App.	ns	ns	ns

*P<0.05; **P<0.01; ns: istatistiksel olarak önemli değil

Demir uygulama şekilleri bakımından değerlendirildiğinde toprak+yaprak uygulamalarının diğer uygulamalardan (toprak, yaprak) daha fazla verim artışına neden olduğu görülmüştür. Örneğin ekmeklik buğdayın tane verimi toprak uygulamasında ortalama 3.08 g bitki⁻¹ iken, bu durum yaprak uygulamasında ortalama 2.97 g bitki⁻¹, toprak+yaprak uygulamasında ise 3.27 g bitki⁻¹ olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Benzer durum makarnalık buğday çeşidinin tüm bitki, tane verimi ile 1000 tane ağırlığında da görülmüştür (Çizelge 3). Sera

koşullarında fasulye bitkisi ile gerçekleştirilen bir çalışmada; artan dozlarda demir ve çinko uygulamalarının tüm dozlarında fasulye bitkisinin kuru madde veriminde artışa neden olmuş ve en yüksek kuru madde miktarı ise Fe-EDDHA formunda 20 ppm Fe ve 20 ppm Zn uygulamalarında elde edildiği bildirilmiştir (Karaman ve ark., 1999). Kriem ve ark. (1991) tarafından yapılan bir çalışmada da kleyt formunda uygulanan demirin soyada daha yüksek verim artışı sağladığı belirlenmiştir.

Çizelge 3. Farklı Fe form ve uygulamaları altındaki makarnalık buğday çeşidinin tüm bitki, tane ve 1000 tane verimleri
 Table 3. Whole plant, grain and 1000 grain yields of durum wheat variety under different Fe forms and applications

Fe Formu Fe Form	Tüm bitki verimi Whole plant yield (g bitki ⁻¹)	Tane verimi Grain yield (g bitki ⁻¹)	1000 Tane ağırlığı 1000 Grain Weight (g)
	<i>Topraktan 5 mg kg⁻¹ Fe uygulaması 5 mg kg⁻¹ Fe application on soil</i>		
KONTROL CONTROL	9.9 ^b	2.29	29.2 ^c
FeSO ₄ FeSO ₄	11.2 ^{ab}	2.47	30.8 ^{bc}
Fe-EDTA Fe-EDTA	12.1 ^a	2.90	33.3 ^a
Fe-EDDHA Fe-EDDHA	12.5 ^a	2.47	32.2 ^{ab}
Ortalama Mean	11.4 ^{AB}	2.53 ^{AB}	31.4
<i>Yapraktan %0.2 Fe uygulaması %0.2 Fe application on leaf</i>			
KONTROL CONTROL	9.87 ^b	2.29	29.2
FeSO ₄ FeSO ₄	11.5 ^a	2.60	31.5
Fe-EDTA Fe-EDTA	11.8 ^a	2.62	31.8
Fe-EDDHA Fe-EDDHA	11.4 ^a	2.23	28.1
Ortalama Mean	11.1 ^B	2.43 ^B	30.1
<i>Topraktan 5 mg kg⁻¹ Fe + Yapraktan %0.2 Fe uygulaması 5 mg kg⁻¹ Fe application on soil + %0.2 Fe application on leaf</i>			
KONTROL CONTROL	9.87 ^b	2.29 ^b	29.2 ^b
FeSO ₄ FeSO ₄	12.2 ^a	2.81 ^{ab}	32.5 ^a
Fe-EDTA Fe-EDTA	13.5 ^a	3.40 ^a	34.2 ^a
Fe-EDDHA Fe-EDDHA	13.2 ^a	2.77 ^{ab}	33.1 ^a
Ortalama Mean	12.2 ^A	2.81 ^A	32.2
Uygulama Şekli Method of App.	*	*	ns

*P<0.05; **P<0.01; ns: istatistiksel olarak önemli değil

Farklı Fe Formu ve Uygulamalarının Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Tane Fe ve Zn Konsantrasyonlarına Etkisi

Topraktan, yapraktan, toprak+yapraktan farklı Fe formu uygulamaları ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Fe konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli (p<0.05) düzeyde artışa neden olmuştur (Çizelge 4). Ekmeklik buğday çeşidinin kontrol uygulamasında tane Fe konsantrasyonu 29.2 mg kg⁻¹ iken topraktan

FeSO₄ formu uygulamasında 36.0 mg kg⁻¹'a, Fe-EDTA formunda 36.5 mg kg⁻¹'a, Fe-EDDHA formunda ise 35.6 mg kg⁻¹'a çıkmış, yapraktan FeSO₄ formu uygulamasında 40.2 mg kg⁻¹, Fe-EDTA uygulamasında 39.3 mg kg⁻¹, Fe-EDDHA uygulamasında ise 38.3 mg kg⁻¹'a çıkmıştır. Toprak+yaprak uygulamasında ise sıra ile FeSO₄ formunda 43,7 mg kg⁻¹, Fe-EDTA formunda 44,8 mg kg⁻¹, Fe-EDDHA formunda ise 44.8 mg kg⁻¹'a çıkmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı Fe form ve uygulamaları altındaki ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Fe ve Zn konsantrasyonları
Table 4. Grain Fe and Zn concentrations of bread and durum wheat varieties under different Fe forms and applications

Fe Formu	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
	Ekmeklik B. Bread wheat		Makarnalık B. Durum wheat	
	Toprakтан 5 mg kg ⁻¹ Fe uygulaması 5 mg kg ⁻¹ Fe application on soil			
KONTROL CONTROL	29.2 ^b	24.7 ^b	33.6 ^b	22.6 ^c
FeSO ₄ FeSO ₄	36.0 ^a	34.0 ^{ab}	44.2 ^{ab}	28.5 ^b
Fe-EDTA Fe-EDTA	36.5 ^a	37.0 ^a	54.4 ^a	38.0 ^a
Fe-EDDHA Fe-EDDHA	35.6 ^a	30.4 ^{ab}	35.8 ^b	37.1 ^a
Ortalama Mean	34.4 ^B	31.5	42.0 ^B	31.5
Yapraktan %0.2 Fe uygulaması %0.2 Fe application on leaf				
KONTROL CONTROL	29.2 ^b	24.7 ^b	33.6 ^c	22.6 ^b
FeSO ₄ FeSO ₄	40.2 ^a	28.3 ^{ab}	46.3 ^a	30.6 ^{ab}
Fe-EDTA Fe-EDTA	39.3 ^a	34.5 ^a	40.5 ^b	38.8 ^a
Fe-EDDHA Fe-EDDHA	38.3 ^a	28.1 ^{ab}	40.4 ^b	37.9 ^a
Ortalama Mean	36.8 ^{AB}	28.9	40.2 ^C	32.5
Toprakтан 5 mg kg ⁻¹ Fe + Yapraktan %0.2 Fe uygulaması 5 mg kg ⁻¹ Fe application on soil + %0.2 Fe application on leaf				
KONTROL CONTROL	29.2 ^b	24.7 ^b	33.6 ^c	22.6 ^b
FeSO ₄ FeSO ₄	44.3 ^a	34.2 ^{ab}	47.2 ^{ab}	33.4 ^{ab}
Fe-EDTA Fe-EDTA	44.8 ^a	42.8 ^a	51.8 ^a	40.2 ^a
Fe-EDDHA Fe-EDDHA	43.7 ^a	30.6 ^b	44.0 ^b	35.2 ^a
Ortalama Mean	40.5 ^A	33.1	44.2 ^A	32.8
Uygulama Şekli Method of App.	*	ns	*	ns

*P<0.05; **P<0.01; ns: istatistiksel olarak önemli değİ

l

Ekmeklik buğdayda olduğu gibi, farklı Fe form ve uygulamaları ile makarnalık buğday çeşidinin tane Fe konsantrasyonlarının da arttığı görülmüştür. Makarnalık buğdayın kontrol uygulamasının tane Fe konsantrasyonu 33.6 mg kg⁻¹ iken toprak+yapraktan FeSO₄ formu uygulaması ile bu değer 47.2 mg kg⁻¹'a, Fe-EDTA formunda 51.8 mg kg⁻¹ ve Fe-EDDHA formunda ise 44.0 mg kg⁻¹'a çıkmıştır. Benzer artışlar toprakтан ve yapraktan farklı Fe formları uygulamalarında da görülmüştür (Çizelge 4). Yapılan bazı çalışmalarda toprakтан demirli gübrelemenin

etkisinin sınırlı (yüksek toprak pH'sı, kalsiyum karbonat, toprak çözeltisinde aşırı Ca⁺⁺ ve HCO₃⁻, toprak tekstürü, sıkışma gibi nedenlerden dolayı) olmasından dolayı, yapraktan uygulanan demirin etkinliğinin toprağa göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Ebrahimian ve Bybordi, 2011; Papastylianou, 1990). Bununla birlikte, yapraktan uygulamada kullanılan demirli gübrelerin bileşimi, çözünürlüğü, demirle beraber bulunan anyonun çeşidi gibi özellikler uygulamanın etkinliğini belirlemektedir. Literatürlerde FeSO₄ uygulaması ve demir kleyt uygulamalarının pek çok bitkide Fe

noksanlığının giderilebildiğine dair bulgular mevcuttur (Ali ve ark., 2014; Cakmak ve ark., 2010; Ebrahimian ve Bybordi, 2011).

Sonuçlardan da görüleceği üzere Fe-EDDHA formuna göre FeSO_4 ve Fe-EDTA formu uygulamaları ile hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayların tane Fe konsantrasyonlarında daha fazla artışa neden olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Örneğin toprak+yaprak uygulamaları ile ekmeklik buğdayın kontrol dozunun 29.2 mg kg^{-1} olan tane Fe konsantrasyonu FeSO_4 formu uygulamasında %51.7 artışla 44.3 mg kg^{-1} 'a, Fe-EDTA formu uygulamasında ise %53.4 artışla 44.8 mg kg^{-1} 'a çıkmıştır (Çizelge 4). Yapılan çalışmalarda bitkilerde ortaya çıkan Fe noksanlığının giderilmesinde yapraktan uygulanan FeSO_4 'ün Fe-şelatlı gübrelere göre daha etkili olduğu bildirilmiştir (Basar, 2001; Roosta ve Mohsenian, 2012). Bu durumun nedeni olarak, şelatlı Fe bileşiklerin molekül yapılarının büyük olmasından dolayı yaprağın kutikulasından absorpsiyonunun zor olması gösterilmiştir (Borowski ve Michalek, 2011). Bununla beraber FeSO_4 'ün şelatlı Fe bileşiklerine göre oldukça ucuz olması nedeniyle bitkisel üretimde rahatlıkla kullanılabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Erdal ve ark., 2004; Wei ve ark., 2013).

Uygulama şekilleri bakımından tane Fe konsantrasyonları değerlendirildiğinde, toprak+yaprak uygulamasının diğer uygulamalara (toprak, yaprak) göre ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Fe konsantrasyonlarında daha fazla artışa neden olmuştur. Ekmeklik buğday çeşidinin kontrol uygulamasının tane Fe konsantrasyonu 29.2 mg kg^{-1} iken, topraktan Fe form uygulamalarının ortalama tane Fe konsantrasyonu 34.4 mg kg^{-1} 'a, yapraktan Fe form uygulamalarının ortalama Fe konsantrasyonu 36.8 mg kg^{-1} 'a, toprak+yapraktan Fe formu uygulamalarının ortalama Fe konsantrasyonunun ise $40,5 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a çıktığı görülmüştür. Benzer durum makarnalık buğday çeşidinde de olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Basar (2001), sera koşullarında farklı demir formları (FeSO_4 ve Fe-EDDHA) ile uygulama yöntemlerinin soya

fasulyesinin Fe konsantrasyonu ile bazı verim özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmanın sonuçlarına göre; soya fasulyesinin Fe konsantrasyonunu en fazla yapraktan FeSO_4 uygulaması ile elde edildiğini bildirmiştir. Topraktan ve yapraktan farklı Fe'li gübre uygulamalarının elmada beslenme ve kalite parametrelerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, yaprakların besin elementi konsantrasyonları üzerine yapraktan gübrelemenin etkisinin topraktan gübrelemeden daha yüksek olduğunu, yaprağın toplam Fe konsantrasyonu üzerine yapraktan uygulanan demir sülfatın daha etkili olduğu bildirilmiştir (Zengin ve ark., 2008).

Topraktan, yapraktan, toprak+yapraktan farklı Fe formu uygulamaları ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Zn konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) düzeyde artışa neden olmuştur (Çizelge 4). Ekmeklik buğday çeşidinin kontrol uygulamasının tane Zn konsantrasyonu 24.7 mg kg^{-1} iken topraktan FeSO_4 formu uygulaması ile bu değer 34.0 mg kg^{-1} 'a, Fe-EDTA formunda 37.0 mg kg^{-1} ve Fe-EDDHA formunda ise 30.4 mg kg^{-1} 'a çıkmıştır. Farklı Fe form ve uygulamalar ile tane Zn konsantrasyonlarında ortaya çıkan artışlar yaprak ve toprak+yaprak uygulamalarında da görülmüştür (Çizelge 4). Makarnalık buğday çeşidinde de benzer artışlar meydana gelmiş olup, kontrol uygulamasının tane Zn konsantrasyonu 22.6 mg kg^{-1} iken topraktan FeSO_4 formu uygulaması ile bu değer 28.5 mg kg^{-1} 'a, Fe-EDTA formunda 38.0 mg kg^{-1} ve Fe-EDDHA formunda ise 37.1 mg kg^{-1} 'a çıkmış, yaprak ve toprak+yaprak uygulamalarında da benzer artışlar meydana gelmiştir (Çizelge 4).

Farklı Fe formu bakımından tane Zn konsantrasyonları değerlendirildiğinde, Fe-EDTA uygulamalarının hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayın tane Zn konsantrasyonlarında diğer Fe formu uygulamalarına göre daha fazla artışa neden olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Uygulama şekilleri bakımından tane Zn konsantrasyonları değerlendirildiğinde, tane Fe konsantrasyonlarında olduğu gibi yine

toprak+yaprak uygulamasının diğer uygulamalara (toprak, yaprak) göre ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Zn konsantrasyonlarında daha fazla artışa neden olmuştur. Ekmeklik buğday çeşidinin topraktan Fe uygulamalarının ortalama Zn konsantrasyonu 31.5 mg kg⁻¹, yapraktan Fe uygulamalarının ortalama tane Zn konsantrasyonu 28.9 mg kg⁻¹ iken, toprak+yaprak uygulamalarının ortalama Zn konsantrasyonunun ise 33.1 mg kg⁻¹ olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Yapılan birçok çalışmada tanedeki Fe ve Zn konsantrasyonları arasında pozitif korelasyonların olduğu bildirilmiştir (Graham ve ark., 1999; Rengel ve ark., 1999). Tane Fe konsantrasyonu arttırıcı çalışmalarda aynı zamanda tane Zn konsantrasyonunun da arttırılabileceği görülmektedir. Buğday dışında mısır genotipleriyle yapılan bir çalışmada da tanedeki Zn ve Fe konsantrasyonları arasında pozitif bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir. Tanedeki Zn ve Fe konsantrasyonlarını arasında pozitif bir ilişkinin bulunması tohumdaki Zn ve Fe konsantrasyonlarını etkilemede genetik faktörlerin önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Menkir, 2008). Peleg ve ark. (2008) tarafından gerçekleştirilen denemede de tane Zn ve Fe konsantrasyonlarının birbirleriyle önemli pozitif bir ilişkide oldukları belirlenmiştir. Tane Fe konsantrasyonu arttırıcı çalışmalarda aynı zamanda tane Zn konsantrasyonunu da arttırılabileceği görülmektedir. Buğday dışında mısır genotipleriyle yapılan bir çalışmada da tanedeki Zn ve Fe konsantrasyonları arasında pozitif ilişki görülmüştür (Menkir, 2008). Tanedeki Zn ve Fe konsantrasyonları arasında pozitif bir ilişkinin bulunması tohumdaki Zn ve Fe konsantrasyonlarını etkilemede genetik faktörlerin önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Cakmak ve ark., 2010).

Sonuçlar

Topraktan, yapraktan, toprak ve yapraktan farklı Fe formu uygulamalarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kuru madde, tane verimi, 1000 tane ağırlığı ile tane Fe ve Zn

konsantrasyonlarında önemli düzeyde artışlara neden olduğu ortaya çıkmıştır. Farklı Fe formu uygulamaları arasında Fe-EDDHA formuna göre FeSO₄ ve Fe-EDTA formu uygulamalarının, hem ekmeklik hem de makarnalık buğdayların tane Fe konsantrasyonlarında daha fazla artışa neden olduğu ortaya çıkmıştır. Uygulama şekilleri bakımından tane Fe konsantrasyonlarının toprak+yaprak uygulamasının diğer uygulamalara (toprak, yaprak) göre ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Fe konsantrasyonlarında daha fazla artışa neden olduğu görülmüştür. Tane Fe konsantrasyonlarında ortaya çıkan artışa benzer şekilde farklı Fe uygulama (topraktan, yapraktan, toprak+yaprak) şekil ve Fe formu uygulamalarının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin tane Zn konsantrasyonlarında da artışa neden olmuştur. Bu sonuçlara bağlı olarak ekmeklik ve makarnalık buğdayların tane Fe konsantrasyonlarının arttırılmasına yönelik yapılacak çalışmalarda FeSO₄ veya Fe-EDTA formunun toprak+yapraktan uygulamasının yapılması önerilmektedir.

Ekler

Bu çalışma, Selçuk UYSAL'ın Halil ERDEM danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

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

Yazarların Katkı Beyanı: SU ve CÇG Çalışmayı tasarlayarak denemeyi kurmuş ve denemenin bitki analizlerini yapmış, HE verileri analiz etmiş ve makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Ali, B., Ali, A., Tahir, M. & Ali, S. (2014). Growth, Seed yield and quality of mungbean as influenced by foliar application of iron sulfate. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 12(1), 20-25.
- Álvarez-Fernández, A., Abadía, J. & Abadía, A. (2006). Iron deficiency, fruit yield and fruit quality. In (pp. 85-101): Springer.

- Anonim (2020a). [Harvest Plus].
- Anonim (2020b). [Iron Deficiency Program Advisory Service].
- Basar, H. (2001). Değişik Demir Bileşikleri'nin ve Uygulama Yöntemlerinin Soya Fasülyesinin Demir içeriği ve Gelişimi Üzerine Etkisi.
- Borowski, E. & Michalek, S. (2011). The effect of foliar fertilization of French bean with iron salts and urea on some physiological processes in plants relative to iron uptake and translocation in leaves. *Acta Sci. Pol. Hortorum. Cultus*, 10(2), 183-193.
- Cakmak, I., Kalaycı, M., Ekiz, H., Braun, H. J., Kılınç, Y. & Yılmaz, A. (1999). Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: a NATO-science for stability project. *Field Crops Research*, 60(1-2), 175-188.
- Cakmak, I., Pfeiffer, W. H. & McClafferty, B. (2010). Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal chemistry*, 87(1), 10-20.
- Chen, Y. & Barak, P. (1982). Iron nutrition of plants in calcareous soils. *Advances in agronomy*, 35, 217-240.
- Çakmak, İ., Torun, A., Millet, E., Feldman, M., Fahima, T., Korol, A., . . . Özkan, H. (2004). Triticum dicoccoides: an important genetic resource for increasing zinc and iron concentration in modern cultivated wheat. *Soil science and plant nutrition*, 50(7), 1047-1054.
- Çavdar, A. O., Arcasoy, A., Cin, S., Babacan, E. & Gözdasoğlu, S. (1983). Geophagia in Turkey: iron and zinc deficiency, iron and zinc absorption studies and response to treatment with zinc in geophagia cases. *Progress in clinical and biological research*, 129, 71-97.
- Ebrahimian, E. & Bybordi, A. (2011). Effect of iron foliar fertilization on growth, seed and oil yield of sunflower grown under different irrigation regimes. *Middle East Journal of Scientific Research*, 9(5), 621-627.
- Erdal, I., Kepenek, K. & Kızılgöz, İ. (2004). Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in strawberry cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(6), 421-427.
- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N., Talaz, S. & Canısağ, U. (1997). Plant available trace iron, zinc, manganese and copper in Turkish soils. *Accomplishments and Future Challenges in Dryland Soil Fertility Research in the Mediterranean Area, ICARDA book*, 191-196.
- Garnett, T. P. & Graham, R. D. (2005). Distribution and remobilization of iron and copper in wheat. *Annals of Botany*, 95(5), 817-826.
- Graham, R., Senadhira, D., Beebe, S., Iglesias, C. & Monasterio, I. (1999). Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches. *Field Crops Research*, 60(1-2), 57-80.
- Güneş, A., Alpaslan, M. & İnal, A. (2000). Bitki besleme ve gübreleme. In: Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Kacar, B. & İnal, A. (2008). *Bitki analizleri*: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karaman, M. R., Brohi, A. R., İnal, A. & Taban, S. (1999). Kelkit Çayından siltasyon ile tarıma yeni kazandırılan topraklarda demir-çinko gübrelemesinin fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin büyüme ve mineral besin elementi konsantrasyonuna etkisi. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 341-348.
- Kriem, H. M., Abdel-Mottaleb, M. A., El-Fouly, M. M. & Nofal, O. A. (1991). Response of soybean to micronutrient foliar fertilization of different formulations under two soil conditions. I. Yield responses. *Egyptian Journal of Physiological Sciences*, 15(1-2), 131-140.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants 2nd edition. *Academic, Great Britain*.
- Menkir, A. (2008). Genetic variation for grain mineral content in tropical-adapted maize inbred lines. *Food chemistry*, 110(2), 454-464.
- Papastylianou, I. (1990). Effectiveness of iron chelates and FeSO₄ for correcting iron chlorosis of peanut on calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 13(5), 555-566.
- Peleg, Z., Saranga, Y., Yazici, A., Fahima, T., Ozturk, L. & Cakmak, I. (2008). Grain zinc, iron and protein concentrations and zinc-efficiency in wild emmer wheat under contrasting irrigation regimes. *Plant and Soil*, 306(1), 57-67.
- Rengel, Z., Batten, G. D. & Crowley, D. E. d. (1999). Agronomic approaches for improving the micronutrient density in edible portions of field crops. *Field Crops Research*, 60(1-2), 27-40.
- Roosta, H. R. & Mohsenian, Y. (2012). Effects of foliar spray of different Fe sources on pepper (*Capsicum annum* L.) plants in aquaponic system. *Scientia Horticulturae*, 146, 182-191.
- Wei, Y., Shohag, M. J. I., Ying, F., Yang, X., Wu, C. & Wang, Y. (2013). Effect of ferrous sulfate fortification in germinated brown rice on seed iron concentration and bioavailability. *Food chemistry*, 138(2-3), 1952-1958.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T. & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed research*, 14(6), 415-421.
- Zengin, M., Gökmen, F. & Gezgin, S. (2008). Topraktan ve Yapaktan Farklı Demirli Gübre Uygulamalarının Elmada Beslenme ve Kalite Parametrelerine Etkileri, 4. *Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Konya*, 1095.

Lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)’da çelikle çoğaltmada uygun çelik tipi ve IBA dozunun belirlenmesi

Determination of suitable cutting type and IBA dose for seedling production in lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.)

Ebru ÇİÇEK¹ , Abdulhabip ÖZEL^{2*} 

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

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

¹<https://orcid.org/0000-0001-9224-1685>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3605-2596>

To cite this article:

Çiçek, E. & Özel, A. (2021). Lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)’da çelikle çoğaltmada uygun çelik tipi ve IBA dozunun belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 254-264.
DOI: 10.29050/harranziraat.827325

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

Received Date:

17.11.2020

Accepted Date:

15.04.2021

© 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-NonCommercial 4.0 International License.

ÖZ

Çalışma, lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)’da çelikle çoğaltmada uygun çelik tipi ve IBA (İndol Bütirik Asit) dozunun belirlenmesi amacıyla, 2017 yılında yürütülmüştür. Denemede, köklendirme ortamı olarak perlit kullanılmış ve deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde, 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede, üç farklı çelik tipi (uç, orta ve dip çeliği) ve altı farklı IBA dozları (0 (kontrol), 2000, 4000, 6000, 8000 ve 10000 ppm) uygulanmıştır. Uygulamalara göre, köklenme oranı %20.83-71.25, fide toplam ağırlığı 0.29-1.31 g fide⁻¹, sürgün sayısı 1.66-4.68 adet bitki⁻¹, en uzun sürgün boyu 3.54-4.87 cm, sürgün kuru ağırlığı 0.02-0.08 g fide⁻¹, en uzun kök boyu 8.15-14.78 cm ve kök kuru ağırlığı 0.005-0.015 g fide⁻¹ arasında değişmiştir. Sonuç olarak, en uygun çelik tipinin dip çeliği ve en uygun IBA dozunun ise 8000 ppm olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Lavanta (*Lavandula angustifolia*), Çelik tipi, IBA dozları

ABSTRACT

This study was conducted to determine suitable cutting type and IBA (Indole Butyric Acid) dose for the seedling propagation on lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.), in 2017. Perlite was used as the rooting medium on the experiment. The experiment was arranged at the Randomized Complete Block at Split Plot Design with 4 replications. Three different cutting types (green top, green mid and semi-woody cuttings) and six different IBA doses (0 (control), 2000, 4000, 6000, 8000 and 10000 ppm) were applied in the trial. According to the applications, it was determined that the rooting ratio (20.83-71.25 %), seedling weight (0.29-1.31 g plant⁻¹) number of shoots (1.66-4.68 number plant⁻¹), shoot length (3.54-4.87 cm), shoot dry weight (0.02-0.08 g plant⁻¹), root length (8.15-14.78 cm) and root dry weight (0.005-0.015 g plant⁻¹). According to these results, it is observed that the most suitable cutting type is semi-woody cutting and the most suitable IBA dose is 8000 ppm.

Key Words: Lavender (*Lavandula angustifolia*), Cutting types, IBA dose

Giriş

Dünyada tıbbi ve aromatik bitkiler ticareti her geçen gün artmaktadır. Tıbbi-aromatik bitkiler ve ürünlerinin toplam dünya ihracatı 204.3 milyar

dolar, ithalatı ise 202.7 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir (Kırıcı ve ark., 2020). Türkiye’de de benzer şekilde bir artış gözlenmiş olup, 2018 yılı ihracat miktarı 979.9 milyon dolar, ithalat miktarı ise 1.4 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Türkiye

ihracatında, kekik, defne ve gülyağı gibi bitkilerin uçucu yağları önemli bir yer tutmaktadır (Kırıcı ve ark., 2020). Uçucu yağ üretimini artırmanın yollarından biri de ticari önemi olan uçucu yağ bitkiler üretimini çeşitlendirmektir. Lavanta bu amaca hizmet edebilecek bitkilerden biri olabilir.

Uçucu yağ bitkisi olarak bilinen lavanta, Lamiaceae familyasından, yarı çalı formunda, çok yıllık, aromatik bir bitkidir. Lavanta çiçeklerinden ve herbasından, elde edilen uçucu yağı için üretilir. Ayrıca lavanta, süs bitkisi olarak peyzaj, arıcılık ve eko turizmde değerlendirilir. Lavanta uçucu yağı ise genel olarak, kozmetik, parfümeri, ilaç (sakinleştirici, ağrı kesici, uykusuzluk giderici özelliklerinden), baharat ve sabun sanayide ve aromaterapide sıkça kullanılmaktadır (Ceylan, 1996; Kara ve Baydar, 2013).

Akdeniz orjinli olan lavantanın yaklaşık 39 türü bulunmaktadır. Ekonomik getirisi yüksek olan 3 lavanta türünün, Lavander (*Lavandula angustifolia* Mill. = *L. officinalis* L. = *L. vera* DC), Lavandin (*Lavandula intermedia* Emeric ex Loisel. = *L. hybrida* L.) ve Spike lavander (*Lavandula spica* = *L. latifolia* Medik.) olduğu bilinmektedir. Ülkemiz doğal florasında ise karabaşotu (*Lavandula stoechas* L.) bulunmaktadır (Arabacı ve ark., 2007).

Eskiden beri İngiliz lavantası, hakiki lavanta, olarak adlandırılan lavander (*L. angustifolia* Mill.), iyi bir rosmarinik asit kaynağı ve iyi kalitede uçucu yağ içerdiğinden dolayı, en kaliteli lavanta türü sayılır. Uçucu yağı (%1-3), daha az kafur ve yüksek miktarda linalil asetat ve linalool içerir (Cavanagh ve Wilkinson, 2002; Kara ve Baydar, 2013).

Ilıman iklim bitkisi olan *L. angustifolia* Mill, kurak koşullarda ve yüksek rakımlarda da yetişebilmektedir (Biasi ve Deschemps, 2009). Fransa, Bulgaristan, İspanya, İtalya, Yunanistan, İngiltere, Rusya, ABD, Avusturya ve Kuzey Afrika ülkelerinde tarımı yapılmaktadır (Tucker, 1985; Ceylan, 1996). Lavanta yağı üreticiliği Bulgaristan, Moldavya, Rusya, Çin, ABD ve Tasmania gibi ülkelerin ekonomisinde önemli bir yere sahiptir (Kara ve ark., 2011).

Lavanta ülkemizde, özellikle küçük tarım işletmelerinde ve kuru tarım alanlarının

değerlendirilmesinde, üzerinde önemle durulması gereken bitkilerden biridir (Balyemez ve Özel, 2017). Ancak, uçucu yağ kalitesi ve ekonomik açıdan getirisi yüksek olan *L. angustifolia*, ülkemizde yaygın değildir.

Şanlıurfa ekolojik koşulları, lavanta (*Lavandula angustifolia*) yetiştirilebilmesi için uygun görülmektedir (Balyemez ve Özel, 2017). Ülkemizde gün geçtikçe lavantanın popülaritesi ve buna bağlı olarak da fide talepleri artmaktadır. İç ve dış pazarda yer edinebilmek için standartlara uygun bitki yetiştirmek gerekir. Bu da ancak, verimi ve kalitesi yüksek çoğaltma materyali (fide) üretmekle mümkün olabilir. Lavantada ihtiyaç duyulan fide iki şekilde üretilebilir; tohumla veya çelikle. Lavanta yabancı döllen bir bitki olduğu için, tohumla fide üretiminde, genetik açılım olacaktır. Bu durumda, verim ve kalite muhafaza edilemez. Anacın verim ve kalitesinin muhafaza edilerek fide üretimi ancak, vejetatif çoğaltma ile yapılabilir. Çok yıllık çalimsı bitkilerde yaygın olarak kullanılan çoğaltma yöntemlerinin başında çelikle çoğaltma gelir. Çelikle çoğaltma da çelik tipi, çelik alma zamanı, köklenmeyi ve sürgün gelişimini destekleyecek hormonların tipi ve dozajı gibi konuların bitki türlerine ve ekolojik koşullara göre belirlenmesi gerekmektedir (Putievsky ve ark., 1983; Nicola ve ark., 2003; Kara ve ark., 2011). Yapılan bazı çalışmalarda, çelik tipine ve köklenme ortamına göre, köklenme oranının değiştiği (Beatovic ve ark., 2012; Bona ve ark., 2012a; Özcan ve ark., 2013), çeliklerin köklenmesi üzerine bazı hormonların ve bekleme sürelerinin etkili olduğu, en iyi köklenmenin IBA'dan alındığı, hormon dozlarını ve bekleme sürelerinin (Ayanoglu ve ark., 2002; Bhat ve ark., 2008; Bona ve ark., 2010; Arslanoğlu ve Albayrak, 2011) ve değişik orijinli lavanta çeliklerinin köklenmesinde hormon seviyelerinin farklılık gösterdiği (Bona ve ark., 2012b) bildirilmiştir. Bunların yanında, çelik tipleri x hormon dozları uygulamasına ve pratik uygulanabilirliği yüksek olan hormonda bekletme süresi, daldır-çıkart uygulamasına ilişkin, bir çalışmaya lavanta (*L. angustifolia*)'da rastlanılmamıştır. Lavanta çelik üretiminde, çelik tipine göre uygun IBA dozunu

belirlenmesi, ihtiyaç duyulacak kaliteli fide üretimi için, önem arz etmektedir.

Bu çalışma, *L. angustifolia* fide üretiminde kullanılacak uygun bitki aksamına (çelik tipi) göre uygun IBA dozunu belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Denemede, 28 Kasım 2017 tarihinde GAP TAEM Talat Demirören Araştırma İstasyonu lavanta plantasyonlarından, RAYA çeşidinden alınan çelikler, materyal olarak kullanılmıştır.

Plantasyonun 2. yılındaki bitkiler anaç olarak kullanılmıştır.

Deneme, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Osmanbey Yerleşkesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Alanında bulunan plastik sera içerisindeki, köklendirme tablasında yürütülmüştür. Köklendirme tablası (1 m x 2.50 m ebatlarında ve 20 cm derinliğinde) yıkanarak ve pürmüz ile ısıtılarak dezenfekte edildikten sonra, 15-16 cm kalınlığında ticari perlite (Çizelge 1) doldurulmuş ve üzeri plastik örtüyle kapatılarak, çeliklerin dikimine hazır hale getirilmiştir.

Çizelge 1. Denemede köklendirme ortamı olarak kullanılan perlitin kimyasal bileşenleri (Anonim, 2020)

Table 1. Chemical compositions of perlite used as rooting materials in the experiment (Anonymous, 2003)

SiO ₂	AlO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Su	pH
%71.0-75.0	%12.5-18.0	%2.9-4.0	%0.5-5.0	%0.5-0.2	%0.1-1.5	%0.02-0.5	%3-6	7

Deneme, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre, ana parsellere 3 çelik tipi [odunsu dalların üzerinde gelişen yeni sürgün dallarının alttan 10 cm'lik kısmı dip (yarı odunsu), ortadan 10 cm'lik kısmı orta ve kalan üst kısımdan 10 cm uzunluğunda uç çelik olarak hazırlanmıştır (1. Uç, 2. Orta ve 3. Dip çelikleri (yarı odunsu))], alt parsellere IBA dozları (0 (kontrol), 2000, 4000, 6000, 8000 ve 10000 ppm dozları) gelecek şekilde, 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Ana bitkilerden alınan sürgünler, yaklaşık 10 cm boyunda kesilmiş ve her çeliğin, altta ¼'lük kısmının tüm yaprakları sıyrılarak dikime hazırlanmıştır. Tiplerine göre hazırlanan çelikler, her alt parsele 20 çelik gelecek şekilde, demet oluşturulmuş ve dip kısımları suda olacak şekilde bekletilmiştir. Daha önce, uygulamalara göre hazırlanan IBA stok çözeltileri, 1000 ml beherler alınmış ve hazırlanan IBA çözeltilerine, çeliklerin dip kısımları (4-5 cm'e kadar) daldırılıp-çıkartılmış (1 saniye) ve hemen ardından perlit ile doldurulmuş, köklendirme tablasına dikilmiştir. Toplamda dip çeliğinden 480, orta çeliğinden 480 ve uç çeliğinden 480 olmak üzere, denemede (20'şerli 24 grup) 1440 çelik dikilmiştir. Köklendirme ortamı üzeri polietilen ile kapatılarak, tablanın alt kısmına yerleştirilen fanlı

ısıtıcı yardımıyla ortamın sıcaklığı 24 °C ve %70-80 nispi nem olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışma boyunca, seranın nispi nemi ve sıcaklığı dijital termohigrometre ile her gün düzenli olarak ölçülmüştür. Söküm tarihine kadar, gerekli bakım işlemleri yapılmış, bahçe hortumuna sisleme başlığı takılarak, nem durumuna bağlı olarak sulama ve her gün havalandırma işlemleri yapılmıştır. Çelikler, fungal hastalıklara karşı ilki, 05.12.2017 tarihinde olmak üzere, onar gün arayla Captan etken maddeli ilaçla, 200 g 100 l⁻¹ gelecek şekilde, koruma amaçlı ilaçlama yapılmıştır. Köklendirme ortamına, bitkinin gelişiminin yavaş ilerlediği dönemde (29.01.2018 tarihinde) mikro besin elementi (400 g 100 l⁻¹ olacak şekilde) ve 06.02.2018 tarihinde ise makro element olarak, %6'lık NPK (6-0-6), 2 ml 100 l⁻¹ olacak şekilde, uygulanmıştır. Dikimden 90 gün sonra sökümler yapılmış ve aşağıdaki gözlemler yöntemleri uyarınca belirlenmiştir.

Köklenme oranı (%)

Her parselde köklenen çelikler sayılarak, dikilen çelik sayısına göre, kökllenme oranları yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Fide toplam ağırlığı (g fide⁻¹)

Her parselden söküm sonrası rastgele alınan 5 fidenin, sürgün ve kökleri ayrılmadan toplam fide ağırlıkları tartılıp, ortalamaları g cinsinden alınmıştır.

Sürgün sayısı (adet fide⁻¹)

Her parselden, söküm sonrası rastgele alınan 5 fidenin, sürgün sayısı belirlenmiş ve ortalamaları alınmıştır.

En uzun sürgün boyu (cm)

Her parselden, söküm sonrası rastgele alınan 5 fidenin, en uzun olan sürgün boyları ölçülmüş ve cm cinsinden ortalamaları alınmıştır.

Sürgün kuru ağırlığı (g fide⁻¹)

Her parselden, rastgele alınan 5 fidenin sürgünleri, etüvde 70 °C'de kurutulduktan sonra, kuru sürgün ağırlıkları tartılarak, g cinsinden ortalamaları alınmıştır.

En uzun kök boyu (cm)

Her parselden, söküm sonrası rastgele alınan 5 fidenin, en uzun kök boyları ölçülerek ve cm cinsinden ortalamaları alınmıştır.

Kök kuru ağırlığı (g fide⁻¹)

Her parselden, rastgele alınan 5 fidenin kök sürgünleri, etüvde 70 °C'de kurutulduktan sonra, kuru kök ağırlıkları tartılarak, g cinsinden ortalamaları alınmıştır.

Araştırmadan elde edilen veriler, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve istatistiksel olarak önemli çıkan uygulamalar LSD (%5) testine tabi tutularak gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma**Köklenme oranı**

Köklenme oranı üzerine çelik tipleri ve IBA dozları ana etkilerinin, istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu ve çelik tipi x IBA dozu interaksiyon etkilerinin önemsiz olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Çelik tiplerine göre farklı IBA dozlarında saptanan köklenme oranı (%) ortalamaları ve oluşan gruplar

Table 2. The rooting ratio (%) averages and groups formed at different IBA doses according to cutting types

IBA Dozları IBA Doses (ppm)	Çelik Tipi/Cutting Types			Ortalama Mean
	Uç Green top	Orta Green mid	Dip Semi-woody	
0 (kontrol)	8.75	35.00	58.75	34.17 c
2000	17.50	32.50	63.75	37.92 bc
4000	23.75	40.00	66.25	43.33 b
6000	15.00	47.50	71.25	44.58 b
8000	36.25	50.00	83.75	56.67 a
10000	23.75	60.00	83.75	55.83 a
Ortalama/Mean	20.83 c*	44.17 b	71.25 a	
LSD (%5)	9.182 (çelik tipi/cutting type), 7.498 (IBA dozu/doses)			
Değişim katsayısı (%) Coefficient of Variation	20.08			

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki fark yoktur/*There is no statistical difference between the averages indicated with the same letter.

Lavanta çeliklerinde köklenme oranı ortalamaları çelik tiplerine göre, %20.83-71.25 arasında değişmiş, en yüksek köklenme oranı dip çelikte ve en düşük köklenme oranı ise uç çelikte belirlenmiştir. IBA dozları ana etkileri

incelendiğinde, köklenme oranı ortalamalarının %34.17-56.67 arasında değiştiği, en yüksek köklenme oranının 8000 ppm IBA dozundan ve en düşük köklenme oranının ise 0 (kontrol) IBA dozundan elde edildiği görülmektedir (Çizelge 2).

Genel olarak, IBA dozlarının artışıyla köklenme oranının arttığını ve hızla daldırma işleminde, yüksek IBA dozlarının daha etkili olduğu söylenebilir.

Çelik tipi x IBA dozu interaksiyon incelendiğinde, köklenme oranının %8.75-83.75 arasında değiştiği, en yüksek köklenme oranının dip çelik tipinde 8000 ve 10000 ppm IBA dozlarında ve en düşük köklenme oranının ise uç çelik tipinde 0 (kontrol) IBA dozunda ölçüldüğü görülmektedir (Çizelge 2). Genel olarak, çelik tiplerine göre IBA dozları farklı etki göstermiştir. Dip ve uç çeliklerinde en uygun IBA dozu 8000 ppm iken, orta çelik tipinde en uygun IBA dozunun 10000 ppm olduğu belirlenmiştir.

Dip çeliklerin daha yüksek oranda köklenmesi, sürgünlerde dip kısımların karbonhidratça zengin olması ve bunun da kök gelişimini teşvik etmesinden kaynaklanabilir (Hartmann ve ark., 2011). Bulgularımız, *Salacia reticulata*'da yumuşak odunsu ve yarı odunsu çeliklerin en fazla köklendiğini bildiren Nayana ve ark. (2015)'in bulgularıyla uyumludur. Biberiyede (Mahmoud, 1996) ve *Lavandula dentata*'da uç çeliklerinin (Bona ve ark., 2012a) en fazla köklendiği bildirilen çalışmaların bulgularıyla çelişmektedir. Bu durum, çelik alma zamanları, bitkilerin beslenme durumu ve kullanılan hormon dozlarından kaynaklanmış olabilir.

IBA dozları incelendiğinde, 8000 ppm IBA dozunun öne çıktığı ve 10000 ppm IBA dozunun da aynı grup içerisinde yer aldığı görülmektedir. Uygulanan tüm IBA dozları, kontrole göre köklenmeyi önemli düzeyde artırmıştır. Bulgularımız, Kumar ve Arumugam (1980)'in biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) uç çeliklerinde en yüksek köklenme oranının en yüksek doz olan 5000 ppm IBA uygulamasından, Ayanoğlu ve ark. (2000)'nin *Lavandula stoecha* çeliklerinde en yüksek köklenmenin en yüksek doz olan 4000 ppm IBA uygulamasından, Bhat ve ark. (2008)'nin *Lavandula officinalis*'te en yüksek köklenme oranının en yüksek doz olan 3000 ppm IBA uygulamasından, Alp ve ark. (2010)'nin gül bitkisinin farklı türlerinde en yüksek köklenmenin, en yüksek doz olan 2000 ppm IBA

uygulamasından, Kara ve ark. (2011)'nin biberiye (*Rosmarinus officinalis*), çördükotu (*Hyssopus officinalis*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) çeliklerinde en yüksek köklenme oranının, en yüksek doz olan 4000 ppm IBA uygulamasından, Özcan ve ark. (2013)'nin *Lavandula hybrida* yarı odun çeliklerinde en iyi köklenmenin en yüksek doz olan 4000 ppm IBA uygulamasından ve Mehrabani ve ark. (2016)'nin krizantem (*Chrysanthemum morifolium*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) çeliklerinde en yüksek köklenme oranının en yüksek doz olan 3000 ppm IBA uygulamasından elde ettiklerini bildirdikleri, bulgularla kısmen uyumlu bulunmuştur. Bu durum, çeliklerin IBA'da bekletme süreleri farklılığından kaynaklanmaktadır. Nitekim daha uzun süre hormonda bekletilen çeliklerde en yüksek köklenme değerleri, daha düşük dozlarda saptanmıştır (Siddique ve ark. 1994; Mahmoud 1996; Bona ve ark. 2010).

Fide toplam ağırlığı

Fide toplam ağırlığı üzerine çelik tipleri ana etkisinin istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu, IBA dozları ve çelik tipi x IBA dozu interaksiyon etkilerinin önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Lavanta çeliklerinde fide toplam ağırlığı ortalamaları çelik tiplerine göre, 0.29-1.31 g fide⁻¹ arasında değişmiş, en yüksek fide toplam ağırlığı dip çelikte, en düşük fide toplam ağırlığı ise uç çelikte belirlenmiştir. IBA dozları ana etkileri incelendiğinde, fide toplam ağırlığı ortalamaları 0.67-0.89 g fide⁻¹ arasında değiştiği, en yüksek fide toplam ağırlığı 10000 ppm IBA dozundan ve en düşük fide toplam ağırlığı ise 2000 IBA dozunda olduğu elde edildiği görülmektedir (Çizelge 3). Genel olarak, dip çelikte en yüksek değer saptanmıştır. Doğal olarak, lavanta dipten uça doğru incelmektedir, kullanılan dip sürgünler yarı odunsu olduğu için daha ağır olabilirler. Ayrıca, dip çelikler daha fazla sürgün ve kök oluşturdukları için (Çizelge 4-8) daha yüksek değerler saptanmıştır. Bu durum dip kısımların karbonhidratça zengin olması ve bunun da kök gelişimini teşvik etmesinden kaynaklanabilir

(Hartmann ve ark., 2011). Bulgularımız, *Salacia reticulata*'da yumuşak ve yarı odunsu çeliklerin en fazla köklendiğini ve sürgün verdiğini bildiren

Nayana ve ark. (2015)'in bulgularıyla, uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 0 Çelik tiplerine göre farklı IBA dozlarında saptanan fide toplam ağırlığı (g fide⁻¹) ortalamaları ve oluşan gruplar
Table 3. The seedling total weight (g plant⁻¹) averages and groups formed at different IBA doses according to cutting types

IBA Dozları IBA Doses (ppm)	Çelik Tipi/Cutting Types			Ortalama Mean
	Uç Green top	Orta Green mid	Dip Semi-woody	
0 (kontrol)	0.31	0.63	1.09	0.68
2000	0.25	0.63	1.12	0.67
4000	0.27	0.55	1.37	0.73
6000	0.22	0.71	1.42	0.78
8000	0.42	0.80	1.22	0.81
10000	0.26	0.76	1.64	0.89
Ortalama/Mean	0.29 c*	0.68 b	1.31 a	
LSD (%5)	0.148 (çelik tipi/cutting type)			
Değişim katsayısı (%) Coefficient of Variation	25.08			

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki fark yoktur/ *There is no statistical difference between the averages indicated with the same letter.

Sürgün sayısı

Sürgün sayısı üzerine çelik tipleri ana etkisinin, istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu,

IBA dozları ve çelik tipi x IBA dozu interaksiyon etkilerinin önemsiz olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. Çelik tiplerine göre farklı IBA dozlarında saptanan sürgün sayısı (adet fide⁻¹) ortalamaları ve oluşan gruplar
Table 4. The number of shoots (number plant⁻¹) averages and groups formed at different IBA doses according to cutting types

IBA Dozları IBA Doses (ppm)	Çelik Tipi/Cutting Types			Ortalama Mean
	Uç Green top	Orta Green mid	Dip Semi-woody	
0 (kontrol)	1.83	3.30	5.30	3.47
2000	2.03	2.55	4.10	2.89
4000	1.31	2.44	4.10	2.61
6000	1.52	3.00	5.15	3.22
8000	1.65	2.45	4.85	2.98
10000	1.60	3.30	4.60	3.08
Ortalama/Mean	1.66 c*	2.79 b	4.68 a	
LSD (%5)	0.681 (çelik tipi/cutting type)			
Değişim katsayısı (%) Coefficient of Variation	35.81			

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki fark yoktur/ *There is no statistical difference between the averages indicated with the same letter.

Lavanta çeliklerinde sürgün sayısı ortalamaları çelik tiplerine göre, 1.66-4.68 adet fide⁻¹ arasında değişmiş, en fazla sürgün sayısı dip çelikte ve en az sürgün sayısı ise uç çelikte saptanmıştır. IBA dozları ana etkileri incelendiğinde, uygulamalar arasında önemli bir fark saptanmamakla beraber, sürgün sayısı ortalamalarının 2.61-3.47 adet fide⁻¹ arasında değiştiği, en fazla sürgün sayısı 0 (kontrol) ppm IBA dozundan ve en az sürgün sayısı ise 4000 ppm IBA dozunda olduğu elde edildiği görülmektedir. Çelik tipi x IBA dozu interaksiyon

incelendiğinde, sürgün sayısının 1.31-5.30 adet fide⁻¹ arasında değiştiği, en fazla sürgün sayısının dip çelik tipinde 0 (kontrol) ppm IBA doz uygulamasında ve en az sürgün sayısı ise uç çelik tipinde 4000 ppm IBA doz uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4). Genel olarak, dip çelik tiplerinde daha yüksek değerlere ulaşılmıştır. Bulgularımız, proteince zengin olan uç sürgünlerinin, dip sürgünlerine göre daha fazla sürgün oluşturabileceğini bildiren Hartmann ve ark. (2011)'nin bulgularıyla çelişmektedir.

En uzun sürgün boyu

En uzun sürgün boyu üzerine çelik tipleri ana etkisinin istatistiksel anlamda %5 düzeyinde önemli

olduğu, IBA dozları ve çelik tipi x IBA dozu interaksiyon etkilerinin ise önemsiz olduğu saptanmıştır.

Çizelge 50 Çelik tiplerine göre farklı IBA dozlarında saptanan en uzun sürgün boyu (cm) ortalamaları ve oluşan gruplar
Table 5. The shoot height (cm) averages and groups formed at different IBA doses according to cutting types

IBA Dozları IBA Doses (ppm)	Çelik Tipi/Cutting Types			Ortalama Mean
	Uç Green top	Orta Green mid	Dip Semi-woody	
0 (kontrol)	3.00	2.72	4.62	3.45
2000	4.17	4.12	4.65	4.32
4000	4.00	3.77	5.62	4.47
6000	1.62	3.82	4.70	3.38
8000	4.47	4.62	4.50	4.53
10000	3.97	3.82	5.10	4.30
Ortalama/Mean	3.54 b*	3.82 b	4.87 a	
LSD (%5)	0.774 (çelik tipi/cutting type)			
Değişim katsayısı (%) Coefficient of Variation	40.11			

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur/*There is no statistical difference between the averages indicated with the same letter.

Lavanta çeliklerinde en uzun sürgün boyu ortalamaları çelik tiplerine göre 3.54-4.87 cm arasında değişmiş, en uzun sürgün boyu dip çelikte ve en kısa sürgün boyu ise uç çelikte saptanmıştır. IBA dozları ana etkileri incelendiğinde, önemli bir fark saptanmamakla beraber, en uzun sürgün boyu ortalamalarının 3.38-4.53 cm arasında değiştiği, en uzun sürgün boyu değerinin 8000 ppm IBA dozundan ve en kısa sürgün boyu değerinin ise kontrolden elde edildiği görülmektedir (Çizelge 5). Genel olarak, en yüksek değerlerin dip çelik tipinden elde edildiği görülmüştür.

Çelik tipi x IBA dozu interaksiyon incelendiğinde, en uzun sürgün boyu ortalama değerlerinin 1.62-5.62 cm arasında değiştiği ve en uzun sürgün boyunun dip çelik-4000 ppm IBA dozu uygulamasında ve en kısa sürgün boyu değerinin ise uç çelik-6000 IBA dozu uygulamasında saptanmıştır.

Sürgün kuru ağırlığı

Sürgün kuru ağırlığı üzerine çelik tipi ana etkisinin, istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu, IBA dozları ve çelik tipi x IBA dozu interaksiyon etkilerinin %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6. Çelik tiplerine göre farklı IBA dozlarında saptanan sürgün kuru ağırlığı (g fide⁻¹) ortalamaları ve oluşan gruplar
Table 6. The shoot dry weight (g plant⁻¹) averages and groups formed at different IBA doses according to cutting types

IBA Dozları IBA Doses (ppm)	Çelik Tipi/Cutting Types			Ortalama Mean
	Uç Green top	Orta Green mid	Dip Semi-woody	
0 (kontrol)	0.01 n*	0.04 j	0.07 d	0.04
2000	0.02 e	0.03 k	0.06 e	0.04
4000	0.01 n	0.03 k	0.08 c	0.04
6000	0.01 o	0.05 g	0.10 b	0.05
8000	0.02 e	0.04 h	0.06 f	0.04
10000	0.02 m	0.04 ı	0.11 a	0.06
Ortalama/Mean	0.02	0.04	0.08	
LSD (%5)	0.0223 (çelik tipi/cutting type), 0.0002 (IBA dozu/doses), 0.0005 (çelik tipi X IBA interaksiyon/cutting type X IBA doses)			
Değişim katsayısı (%) Coefficient of Variation	34.40			

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur/*There is no statistical difference between the averages indicated with the same letter.

Çelik tipi x IBA dozu interaksiyon incelendiğinde, sürgün kuru ağırlığı değerlerinin 0.01-0.11 g fide⁻¹ arasında değiştiği, en yüksek değerler dip çelik tip-10000 ppm IBA dozu uygulamasından ve en düşük değerler ise uç çelik tipi-0 (kontrol), 4000 ve 6000 ppm IBA dozu uygulamalarından elde edildiği görülmektedir. Lavanta çeliklerinde sürgün kuru ağırlığı ortalamaları çelik tiplerine göre, 0.02-0.08 g fide⁻¹ arasında değişmiş, en yüksek sürgün kuru ağırlığı dip çelikte ve en düşük sürgün kuru ağırlığı ise uç çelikte saptanmıştır. IBA dozları ana etkileri incelendiğinde, sürgün kuru ağırlığı ortalamalarının 0.04-0.06 g fide⁻¹ arasında değiştiği, en yüksek sürgün kuru ağırlığının 10000 ppm IBA dozundan ve en düşük sürgün kuru ağırlığının 0 (kontrol) IBA dozunda elde edildiği görülmektedir (Çizelge 6). Çelik tiplerine göre IBA

dozları farklı etki göstermiştir. En yüksek değerler dip çelikte 10000 ppm IBA dozunda, orta çelikte 6000 ppm IBA dozunda ve uç çelikte 2000 ve 8000 ppm IBA dozlarında saptanmıştır. Genel olarak, sürgün kuru ağırlığı, artan IBA dozuna bağlı olarak artış göstermiştir. Bulgularımız, uygulanan hormon dozu artışına bağlı olarak, sürgün kuru ağırlığının arttığını bildiren bazı araştırmacıların (Kuris ve ark. 1980; Nicola ve ark. 2003) bulgularıyla uyumlu bulunmuştur.

En uzun kök boyu

En uzun kök boyu üzerine çelik tipleri ana etkisinin, istatistiksel anlamda %5 düzeyinde önemli olduğu, IBA dozları ana etkisi ve çelik tipi x IBA dozu interaksiyon etkilerinin önemsiz olduğu saptanmıştır.

Çizelge 7. Çelik tiplerine göre farklı IBA dozlarında saptanan en uzun kök boyu (cm) ortalamaları ve oluşan gruplar
Table 7. The root height (cm) averages and groups formed at different IBA doses according to cutting types

IBA Dozları IBA Doses (ppm)	Çelik Tipi/Cutting Types			Ortalama Mean
	Uç Green top	Orta Green mid	Dip Semi-woody	
0 (kontrol)	6.43	11.55	13.00	10.32
2000	12.77	11.75	15.95	13.49
4000	6.02	11.85	13.82	10.57
6000	8.15	12.82	15.90	12.29
8000	8.70	12.97	14.20	11.96
10000	6.82	12.00	15.82	11.55
Ortalama/Mean	8.15 c*	12.16 b	14.78 a	
LSD (%5)	1.636 (çelik tipi/cutting type)			
Değişim katsayısı (%) Coefficient of Variation	25.29			

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki fark yoktur/*There is no statistical difference between the averages indicated with the same letter.

Lavanta çeliklerinde en uzun kök boyu ortalamaları çelik tiplerine göre, 8.15-14.78 cm arasında değişmiş, en uzun kök boyu dip çelikte ve en kısa kök boyu ise uç çelikte saptanmıştır. IBA dozları ana etkileri incelendiğinde, uygulamalar arasında önemli bir fark saptanmamakla beraber, kök boyu ortalamalarının 10.32-13.49 cm arasında değiştiği, en yüksek değerler 2000 ppm IBA dozu uygulamasından ve en düşük değerler ise kontrol uygulamasından elde edildiği görülmektedir (Çizelge 7). Genel olarak, en yüksek değerler dip çelik tipinden elde edilmiştir.

Çelik tipi x IBA dozu interaksiyon incelendiğinde, en uzun kök boyu ortalama

değerlerinin, 6.02-15.95 cm arasında değiştiği, en uzun kök boyunun dip çelik tipi-2000 ppm IBA dozu uygulamasından ve en kısa kök boyu değerinin uç çelik tipi-4000 IBA dozu uygulamasından elde edildiği görülmektedir.

En yüksek değerler dip çelik tipinde saptanmıştır. Bu durum dip kısımların karbonhidratça zengin olması ve bunun da kök gelişimini teşvik etmesinden kaynaklanabilir (Hartmann ve ark., 2011). Bazı araştırmacılar, farklı bitkilerde farklı çelik tiplerinde farklı sonuçlar aldıklarını [Mahmoud (1996) biberiyede, Bona ve ark. (2012a) *Lavandula dentata*'da ve Kantar (2017) hünnap uç çeliklerinde kök boyunun daha

uzun olduğunu, Alp ve ark. (2010) gülün farklı türlerinde çeliklerin kök boyunu etkilemediğini bildirmişlerdir. Bu farklılık, bitki türleri ve çelik alım zamanları farklılığından kaynaklanabilir.

Kök kuru ağırlığı

Kök kuru ağırlığı üzerine çelik tipleri ve IBA dozları ana etkilerinin istatistiksel anlamda, %1 düzeyinde, önemli olduğu ve çelik tipi x IBA dozu interaksiyon etkilerinin önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 8. Çelik tiplerine göre farklı IBA dozlarında saptanan kök kuru ağırlığı ($g\ fide^{-1}$) ortalamaları ve oluşan gruplar

Table 8. The root dry weight ($g\ plant^{-1}$) averages and groups formed at different IBA doses according to cutting types

IBA Dozları IBA Doses (ppm)	Çelik Tipi/Cutting Types			Ortalama Mean
	Uç Green top	Orta Green mid	Dip Semi-woody	
0 (kontrol)	0.002	0.006	0.010	0.006 c
2000	0.003	0.004	0.010	0.006 c
4000	0.004	0.006	0.010	0.006 c
6000	0.007	0.010	0.020	0.012 a
8000	0.010	0.011	0.017	0.012 a
10000	0.003	0.009	0.021	0.011 b
Ortalama/Mean	0.005 c*	0.008 b	0.015 a	
LSD (%5)	0.00022 (çelik tipi/cutting type), 0.0002 (IBA dozu/doses)			
Değişim katsayısı (%) Coefficient of Variation	56.48			

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel fark yoktur/*There is no statistical difference between the averages indicated with the same letter.

Lavanta çeliklerinde kök kuru ağırlığı ortalamalarının çelik tiplerine göre 0.005-0.015 $g\ fide^{-1}$ arasında değişmiş, en yüksek kök kuru ağırlığı dip çelikte ve en düşük kök kuru ağırlığı ise uç çelikte saptanmıştır. IBA dozları ana etkileri incelendiğinde, kök kuru ağırlığı ortalamalarının 0.006-0.012 $g\ fide^{-1}$ arasında değiştiği, en yüksek kök yaş ağırlığı değerinin 6000-8000 ppm IBA dozlarında ve en düşük kök kuru ağırlığı ise 0 (kontrol), 2000 ve 4000 ppm IBA dozlarında belirlenmiştir. Çelik tipi x IBA dozu interaksiyon incelendiğinde, kök kuru ağırlığının 0.002-0.021 $g\ fide^{-1}$ arasında değiştiği, en yüksek kök kuru ağırlığının dip çelik tipi-10000 ppm IBA dozunda ve en düşük kök kuru ağırlığının ise uç çelik tipi-0 (kontrol) dozunda saptanmıştır (Çizelge 8).

Genel olarak, dip çelik tipinde en fazla kök kuru ağırlığı saptandığı söylenebilir. Bu durum dip kısımların karbonhidratça zengin olması ve bunun da kök gelişimini teşvik etmesinden kaynaklanabilir (Hartmann ve ark., 2011). Bulgularımız, farklı bitkilerde en yüksek değerleri uç çeliklerinden elde ettiklerini bildiren bazı araştırmacıların (Mahmoud, 1996; Bona ve ark., 2012a; Kantar, 2017) bulgularıyla çalışmaktadır. Bu durum, bitki türleri ve çelik alım zamanları

farklılığından kaynaklanabilir.

IBA dozları incelendiğinde, 6000-8000 ppm IBA dozlarının öne çıktığı görülmektedir. Bu durumda, kısa süreli (batır-çıkart uygulamasında) uygulamalarda yüksek IBA dozlarının köklenmeyi arttırdığı söylenebilir.

Sonuçlar ve Öneriler

Lavanta (*Lavandula angustifolia* Mill.)'da çelikle çoğaltmada, uygun çelik tipi ve IBA dozunun belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada; Dikimden 90 gün sonra söküm yapılmış, uygulamalara göre köklenme oranının %8.75-83.75 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Lavantada çoğaltma materyali olarak kullanılabilir en uygun çelik tipinin dip çeliği ve daldır çıkar uygulaması için en uygun IBA dozunun ise 8000 ppm olduğu sonucuna varılmıştır.

Ekler

Bu çalışma, HÜBAK Tarafından Desteklenen (Proje No: 17161), Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

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

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

KAYNAKLAR

- Anonim (2020). Perlit. <https://www.dogusanas.com.tr/perlit.pdf> (Erişim tarihi: 15.10.2020).
- Alp, Ş., Yıldız, K., Türkoğlu, N., Çiğ, A. & Aşur, F. (2010). Van ilindeki eski bahçe güllerinin değişik çelik tipleri ile çoğaltılması. *YYÜ Tarım Bilimleri Derg.*, 20(3), 189-193.
- Arabacı, O., Bayram, E., Baydar, H., Savran, A.F., Karadoğan, T. & Ozay, N. (2007). Chemical composition, yield and contents of essential oil of *Lavandula hybrida* reverchon grown under different nitrogen fertilizer, plant density and location. *Asian Journal of Chemistry*, 19(3), 2184–2192.
- Arslanoğlu, F. & Albayrak, Ö. (2011). Farklı IBA dozlarının biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve lavanta (*Lavandula angustifolia* Spica) gövde çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri. *Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi*, 12-15 Eylül, Bursa. s644-647
- Ayanoğlu, F., Mert, A. & Kaya, A. (2000). Hatay florasında yetişen karabaş lavantanın (*Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* L.) çelikle köklendirilmesi üzerine farklı lokasyonların ve hormon dozlarının etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 24, 607-610.
- Ayanoğlu, F., Mert, A., Erdoğan, C. & Kaya, A. (2002). Propagation of some native grown medicinal plants by stem cuttings. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 9:4, 405-411.
- Balyemez, Ö.E. & Özel, A. (2017). Harran Ovası koşullarında farklı lavanta (*Lavandula* spp.) türlerinin verim ve bazı bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. *12. Tarla Bitkileri Kongresi*, 12-15 Eylül 2017.
- Biasi, L.A. & Deschamps, C. (2009). Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo essencial. *Curitiba: Layer Studio Gráfico e Editora*, p160 .
- Beatovic, D., Jelacic, S., Kişgeci, J., Moravcevic, D., Milošević, D.K., Vlade Zaric, V. & Nikola Filipovic, N. (2012). Application of local peat in the lavender nursery production (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Proceedings of the Seventh Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries*, (Proceedings of the 7th CMAPSEEC), Subotica, Serbia, 27-31 May, page273.
- Bhat, A.B., Siddique, M.A.A. & Bhat, Z.A. (2008). Effect of IBA, NAA and Rootex on rooting of *Lavundula officinalis*. *Environment and Ecology*, 26(4A), 1777-1781.
- Bona, M.C., Biasi, L.A., Lipski, B., Masetto, M.A.M. & Deschamps, C. (2010). Enraizamento adventício de estacas de *Lavandula dentata* tratadas com auxina. *Ciência Rural*, 40(5), 1210-1213.
- Bona, C.M., Biasetto, I.R., Masetto, M., Deschamps, C. & Biasi, L.A. (2012a). Influence of cutting type and size on rooting of *Lavandula dentata* L. *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, 14(1), 8-11.
- Bona, C.M., Biasetto, I.R., Masetto, M., Deschamps, C. & Biasi, L.A. (2012b). Indução de enraizamento em diferentes acessos de *Lavandula angustifolia* por meio de aplicação de auxina (Rooting induction of different *Lavandula angustifolia* accessions by auxin application). *Ciências Agrárias, Londrina*, 33(1), 175-182.
- Cavanagh, H.M. . & Wilkinson, J.M. (2002). Biological activities of lavender essential oil. *Phytotherapy Research, Malden*, 16(4), 301-308.
- Ceylan, A. (1996). *Tıbbi Bitkiler-II*. E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No: 481, İzmir.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F. & Geneve, Y.R. (2011). *Plant Propagation: Principles and Practices*. 6th ed., 840s.
- Kantar, A. (2017). Hünnapın (*Zizyphus Jujube* Mill.) çelikle çoğaltılması. Ordu Üniversitesi Fen. Bil. Ens., Tarla Birkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ordu 31s.
- Kara, N., Baydar, H. & Erbaş, S. (2011). Farklı çelik alma dönemleri ve IBA dozlarının bazı tıbbi bitkilerin köklenmesi üzerine etkileri. *Derim*, 28(2), 71-81.
- Kara, N. & Baydar, H. (2013). Determination of lavender and lavandin cultivars (*Lavandula* sp.) containing high quality essential oil in Isparta, Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*. 18(1), 58-65.
- Kırıcı, S., Bayram, E., Tansi, S., Arabacı, O., Baydar, H., Telci, İ., İnan, M., Kaya, D.A. & Özel, A. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretiminde mevcut durum ve gelecek. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX.Teknik Kongresi*, Bildiri kitabı:1, ISBN-978-605-01-1321-1, 505-528
- Kumar, N. & Arumugam, R. (1980). Effect of growth regulators on rooting of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Indian Perfumer*, 24(4), 210-213.
- Kuris, A., Altman, A. & Putievsky E. (1980). Rooting and initial establishment of stem cuttings of oregano, peppermint and balm. *Scientia Horticulturae*, 13(1), 53-59.
- Mahmoud, S.E.D.M. (1996). Comparative study between saponin and natural auxin on root growth of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) cutting. *Acta Horticulturae*, 426, 635-642.
- Mehrabani, V. L., Kamran, R.V., Hassanpouraghdam, M.B., Kavousi, E. & Aazami, M.A. (2016). Auxin concentration and sampling time affect rooting of *Chrysanthemum morifolium* L. and *Rosmarinus officinalis* L. *AJA*, 3(1), 11-16.
- Nicola, S., Hoeberechts, J. & Fontana, E. (2003). Rooting products and cutting timing for peppermint (*Mentha x piperita* L.) radication. *Acta Horticulturae*, 614(1), 273-278.
- Nayana, E.K.E., Subasinghe, S., Amarasinghe, M.K.T.K., Arunakumara, K.K.I.U. & Kumarasinghe, H.K.M.S., (2015). Effect of maturity and potting media on vegetative propagation of *Salacia reticulata* (Kothalahimbatu) through stem cuttings. *International Journal of Minor Fruits, Medicinal and Aromatic Plants*, 1(1), 47-54.

- Putievsky, E., Raviv, M., Senderovich, D. & Ron, R. (1983). Early rooting in rosemary (*Lavandula officinalis* L.) cuttings under the influence of chemical treatments and collecting time. *Hassadeh*, 63(6), 1148-1150.
- Siddique, M.A.A., Paul, T.M. & Jhon, A. Q. (1994). Influence of IBA on the induction of rooting in *Salvia officinalis* Linn. *Advances in Plant Sciences*, 7(1), 170-172.
- Tucker, A.O. (1985). Lavender, spike, and lavandin. *The Herbarist*, 51, 44-50.
- Özcan, İ.İ., Arabaci, O. & Öğretmen, N.G. (2013). Lavanta (*Lavandula hybrida*)'nın köklenmesi üzerine farklı hormon dozları ve köklendirme ortamlarının etkisi. *V. Süs Bitkileri Kongresi*, 06–09 Mayıs, Yalova, 529s.



Bazı makarnalık buğday genotiplerinde (*Triticum durum* L.) artan su stresinde morfolojik ve fizyolojik tepkilerin incelenmesi

An assessment on morphological and physiological response to increasing water stress for some of durum wheat (*Triticum durum* L.) genotypes

Büşra AKIN^{1*}, Merve BAYHAN², Remzi ÖZKAN³, Cuma AKINCI⁴

^{1,2,3,4}Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

¹<https://orcid.org/0000-0001-6996-0649>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3220-4548>; ³<https://orcid.org/0000-0002-6457-5802>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-3514-1052>

To cite this article:

Akın, B., Bayhan, M., Özkan, R. & Akıncı, C. (2021). Bazı makarnalık buğdayda (*Triticum durum* L.) artan su stresinde morfolojik ve fizyolojik tepkilerin incelenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(2): 265-278.

DOI: 10.29050/harranziraat.915372

*Address for Correspondence:

Büşra AKIN

e-mail:

busraakin736@gmail.com

Received Date:

13.04.2021

Accepted Date:

25.05.2021

© 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.

ÖZ

Kuraklık, bitkisel üretimi ve verimi sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Bitkiler, kuraklık stresiyle mücadele etmek için çeşitli morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler tepkiler gösterirler. Çalışmada, makarnalık buğdayda artan su stresi altında genotipik farklılıkların belirlenmesi, su kullanım etkinliği ve verimle ilişkili olabilecek morfolojik ve fizyolojik parametrelerin incelenmesi amaçlanmıştır. Deneme, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma serasında, saksılarda kontrollü koşullarda yürütülmüştür. Araştırmada 7 tane makarnalık buğday genotipi (DZ7-51, Fırat-93, Hat-300, Sena, Svevo, TBT16-7 ve TBT16-9) kullanılmıştır. Tarla kapasitesine göre belirlenen artan su stresinde (%100 Tarla Kapasitesi (TK), %75TK, %50TK ve %25TK) buğday genotiplerinin morfolojik, fizyolojik, verim öğeleri ve kalite değişimleri incelenmiştir. Yaprak kıvrılması tüm su kısıtlama seviyelerinde verimle olumsuz yönde ilişkili bulunmuştur. Su stresindeki artışa bağlı olarak mumsuluk artış göstermiş ve %50TK ve %25TK su kısıtlama seviyelerinde verimle ilişkili bulunmuştur. Artan kuraklık düzeyleri, genotiplerin morfolojik, fizyolojik, verim öğelerinde azalışa neden olurken, protein oranına pozitif bir etki yapmıştır. Tane verimi ve biyomas yönünden hesaplanan su kullanım etkinliği değerleri su stresi arttıkça önemli düzeyde artış göstermiştir. Çalışmada incelenen morfolojik ve fizyolojik özellikler içerisinde mumsuluğun kuraklığa dayanıklılıkta morfolojik markör olarak kullanılma potansiyeline sahip olabileceğini göstermiştir. DZ7-51 ve Fırat-93 genotipleri su stresine en çok dayanıklı genotipler olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday, Kuraklık, Stres, Su kullanım etkinliği

ABSTRACT

One of the most significant factors restricting crop production and yield is drought. Plants may be able to adapt through several morphological, physiological, biochemical, and molecular responses while under drought stress. The aim of this experiment was to investigate the genetic differences in durum wheat under water stresses and to review their morphological and physiological parameters. 7 durum wheat genotypes (DZ7-51, Fırat-93, Hat-300, Sena, Svevo, TBT16-7 and TBT16-9) were used in the study. The experiment was performed under controlled conditions in a research greenhouse at Dicle University's Faculty of Agriculture. Morphological, physiological, yield components and quality changes of wheat genotypes with increased water stress (100% Field Capacity (FC), 75FC%, 50FC% and 25FC%) determined by field capacity were examined. Leaf rolling was, however, negatively correlated with yield at all level of water stress. Due to the rise in water stress, waxiness increased and was found to be correlated with yield at 50FC% and 25FC% levels of water stress. Although increasing drought levels triggered a decrease in the morphological, physiological and yield components of the genotypes, they had a positive impact on the protein ratio. As water stress increased, water use efficiency values calculated according to grain yield and biomass weight increased significantly. Among the morphological and physiological characteristics examined in the study, it has shown that glaucosity can have the potential to be used as a morphological marker in drought resistance Genotypes of the DZ7-51 and Fırat-93 wheat genotypes were found to be most resilient to water stress.

Key Words: Durum wheat, Drought, Stress, Water use efficiency

Giriş

Kuraklık ve aşırı sıcaklıklar, dünyada özellikle de kuru tarım sistemlerinde tahıl üretiminin önündeki en büyük abiyotik kısıtlamalardandır. Küresel iklim değişikliğinden dolayı değişen çevresel özellikler ve artan dünya nüfusundan dolayı bitkisel üretim ve su kaynakları gün geçtikçe tükenmektedir (Hossain ve ark., 2013). Sürekli artan gıda talebini karşılamak için sıcaklığa ve kuraklığa dayanıklı buğday genotiplerinin geliştirilmesi bitki ıslahçıları için zorunlu olmuştur (Hossain ve ark., 2013).

Ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) ve makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf) insanlık tarafından yetiştirilen ilk bitkilerden biridir (Haider, 2013). Mısır ve çeltikten sonra yıllık 762 milyon ton üretimle üçüncü büyük tahıl ürünü olarak yer almaktadır (FAO, 2019). Buğday, dünyada yaklaşık 2 milyar insan için temel bir gıda maddesidir. Ancak bu kadar değerli olan bu ürün günümüzde kuraklık ve sıcaklık stresinden ciddi bir şekilde etkilenmektedir (Turrall ve ark., 2011). Dünyadaki toplam ekili alanın üçte birinden fazlası kuraklık stresinden etkilenmektedir. Bu alanın %33'ü (99 milyon hektar) gelişmekte olan ülkelere ve %25'i (60 milyon hektar) ise gelişmiş ülkelere aittir (Rijsberman, 2006). 2050 yılına kadar öngörülen nüfusun gıda ihtiyaçlarını karşılamak için pirinç, buğday ve mısır gibi başlıca tahıl ürünlerinin üretiminde kayda değer (en az % 50) bir artış gerekmektedir (Fahad ve ark., 2015).

Kuraklık, stresin şiddetine bağlı olarak bitki büyümesini, morfolojisini, fizyolojisini ve verimini olumsuz etkilemektedir (Farooq ve ark., 2009). Kuraklık toleransı, bitkilerde genetik, fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaların bir kombinasyonunu ifade eden, son derece karmaşık ve multigenik bir özelliktir (Farooq ve ark., 2009). Çeşitli gelişme dönemlerinde, bitkiler, optimum büyüme için belirli oranlarda neme ve sıcaklığa ihtiyaç duyarlar. Bitkilerin su, besin ve CO₂ ihtiyaçları, çimlenmeden başlayarak sonraki fenolojik büyüme dönemlerinde giderek artar. Karşılanan bu ihtiyaç, bitkide terleme, fotosentez ve solunum için enerji ve hammadde kaynağı olarak

kullanılmaktadır (Blum, 2011). Bitkiler, sıcaklık ve kuraklık stresi altında sınırlı besin alım kapasitesine ve fotosentez etkinliğe sahiptir. Kuraklık ve sıcaklık stresi bitki dokularını (yaprak, sürgün ve başak sayısı) ve bitkinin çeşitli gelişim dönemlerini (kardeşlenme, sapa kalkma, karınlama, başaklanma, çiçeklenme ve tane doldurma) olumsuz etkilemektedir (Hossain ve ark., 2013). Yirminci yüzyılda, dünyada ortalama sıcaklık son 10 yılda 0,3 °C artmıştır ve sıcaklık artışının 2025 yılında 1°C, 2100 yılında 3 °C üzerine çıkması beklenmektedir. Bu da yakın gelecekte daha şiddetli küresel iklim değişikliklerine yol açacaktır.

Bu çalışmada makarnalık buğday genotiplerinin azalan su seviyelerine tepkilerinin ölçülmesi ve su stresinden az etkilenen hatların belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2019-2020 yetiştirme sezonunda Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma serasında yürütülmüştür. Araştırmada 7 adet makarnalık buğday genotipi (DZ7-51, Fırat-93, Hat-300, Sena, Svevo, TBT16-7 ve TBT16-9) kullanılmıştır. Çalışma, tarla kapasitesi üzerinden oluşturulan sulama seviyeleri (%100TK, %75TK, %50TK, %25TK) ana parselleri; ele alınan genotipler ise alt parselleri oluşturacak şekilde, Tesadüf Parsellerinde Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak, 24 Mart 2020 tarihinde kurulmuştur.

Çalışma kapsamında, makarnalık buğday genotipleri sera koşullarında her saksıda 4 bitki olacak şekilde 8 lt'lik saksılarda yetiştirilmiştir. Saksılara 8/10 toprak, 1/10 elenmiş yanmış çiftlik gübresi ve 1/10 elenmiş kum karışımı doldurulmuştur. İçerisinde 5 kg toprak bulunan bir saksının tarla kapasitesini belirlemek için öncelikle saksı iyice sulanmıştır. Sulamadan sonra saksıdan fazla suyun süzülmesi için 24 saat beklenmiştir. Bu süre sonunda, su ile iyice doyurulmuş olan toprağın yaş ağırlığı belirlenmiş, daha sonra 105 °C'de 24 saat kurutulup tartılarak kuru toprak ağırlığı belirlenmiştir. Yaş toprak ağırlığı ile kuru toprak ağırlığı arasındaki fark toprakta tutulan su

miktarı (tarla kapasitesi) olarak belirlenmiştir (Bilski ve Foy, 1987; Turhan ve ark., 2000). Tarla kapasitesi % 100 olarak kabul edilip, bu miktarın %75'i, %50'si ve %25'i belirlenip, artan düzeyde kuraklık stresi yaratılmıştır. Su kısıtlaması bitkilerin ekiminden itibaren uygulanmıştır. Sulama miktarlarının hassas uygulanması için zamanlayıcı selenoid vanalar ile kontrol

edilebilen damla sulama sistemi kurulmuştur. Gübre olarak saf halde m²'ye 12 g azot ve 6 g fosfor gelecek şekilde gübreleme yapılmıştır. Azotun yarısı ve fosforun tamamı ekimle birlikte, azotun diğer yarısı ise kardeşlenme döneminde uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 1. Physical and chemical properties of the soil used in the study.

Toprak analiz sonuçları Soil analysis results		
Analiz Adı Analysis Name	Sonuçlar Results	
Saturasyon (%) Saturation (%)	63.00	Killi Tınlı Clay loam
Tuzluluk (Saturasyon Çamuru) (dS/m) Salinity (Saturation Sludge) (dS / m)	0.92	Tuzsuz Without salt
pH (Saturasyon Çamuru) pH (Saturation Sludge)	8.11	Hafif Alkali Light Alkali
Kireç (Kalsimetrik) (%) Lime (Calcimetric) (%)	11.24	Orta Middle
Organik Madde (Walkley Black) (%) Organic Matter (Walkley Black) (%)	0.71	Düşük Low
Azot (Hesaplama ile) (%) Nitrogen (%)	0.04	Düşük Low
Fosfor (Olsen Spektrometre) (ppm) Phosphorus (Olsen Spectrometer) (ppm)	4.00	Düşük Low
Potasyum (A. Asetat-ICP) (ppm) Potassium (A. Acetate-ICP) (ppm)	314.45	Yüksek High
Kalsiyum (A. Asetat-ICP) (ppm) Calcium (A. Acetate-ICP) (ppm)	10717.89	Çok Yüksek Very High
Magnezyum (A. Asetat-ICP) (ppm) Magnesium (A. Acetate-ICP) (ppm)	471.78	Orta Middle
Sodyum (A. Asetat-ICP) (ppm) Sodium (A. Acetate-ICP) (ppm)	26.65	Düşük Low
Demir (DTPA-ICP) (ppm) Iron (DTPA-ICP) (ppm)	9.29	Çok Yüksek Very High
Bakır (DTPA-ICP) (ppm) Copper (DTPA-ICP) (ppm)	1.61	Orta Middle
Mangan (DTPA-ICP) (ppm) Manganese (DTPA-ICP) (ppm)	16.50	Orta Middle
Zinc (DTPA-ICP) (ppm)	0.08	Düşük Low

Araştırmada incelenen özellikler şunlardır: Farklı araştırmacıların (Borojevic ve Williams, 1982; Gebeyehou ve ark., 1982; Nass, 1973; Slafer ve Miralles, 1992; Spiertz ve ark., 1971) uyguladıkları yöntemler esas alınarak, aşağıda sıralanan ölçümler ve hesaplamalar yapılmıştır.

Başaklanma tarihi (gün)

Ekim tarihi ile saksıdaki bitkilerin %50'sinde başağın bayrak yaprak kınından ½ oranında çıktığı tarih arasındaki gün sayısı olarak hesaplanmıştır.

Bitki boyu (cm)

Sapın toprağa bağlanmış olduğu noktadan tepe başağının ucuna kadar olan mesafe ölçülerek belirlenmiştir.

Fizyolojik olum süresi (gün)

Ekim tarihi ile saksıdaki bitkilerin başak ve üst saplarının %90 oranında sarardığı tarih arasındaki gün sayısı olarak belirlenmiştir.

Klorofil metre (SPAD) değeri

Ölçüm, SPAD 502 Chlorophyll-Meter aleti kullanılarak, bitkinin başaklanma döneminde bayrak yaprağın ortasından, orta damara denk gelmeyecek şekilde 10.00-12.00 saatleri arasında ölçülmüştür.

Bayrak yaprak dikliği (0-90°)

Bitkinin tüm yapraklarının ışınları daha iyi alabilmesini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Yaprak ayasının sapla yaptığı 0-90°'lik iç açı değerleri çiçeklenme döneminde görsel olarak belirlenmiştir.

Mumsuluk (0-5 skalası)

Bitkiyi serin tutma ve transpirasyonun azaltılması ve yüksek ışığın fotosentetik sürece olumsuz etkilerinin engellemesi yönünden önemlidir. Bu amaçla başak, sap ve yaprak üzerinde çiçeklenme sonrasında 0-5 skalası kullanılmış olup, bu skalaya göre 0: gövde tamamen mumsuz yani çıplak, 5: gövde tamamen beyaz ve yoğun mum örtüsü ile kaplı olarak kabul edilmiştir.

Yaprak kıvrılması (0-10 skalası)

Kurağa dayanıklılık mekanizması olan yaprak kıvrılması bitkinin kuraklık ile birlikte kıvrılarak açıkta kalan yüzey alanını azaltma prensibine dayanmaktadır. Tane dolumunun ortalarına doğru, bayrak yaprağında 0-10 skalası kullanılarak belirlenmiştir. 0: hiç kıvrılma yok, 10: yaprak sağdan ve soldan tamamen kıvrılarak yaprak ayasının üst yüzeyini kapatmış olarak kabul edilmiştir.

Başak uzunluğu (cm)

Her saksıdan alınan başakların boyları ölçülmüştür ve bu ölçümlerin ortalamaları alındıktan sonra başak uzunluğu hesaplanmıştır.

Başakta başakçık sayısı (adet): Her saksıdan alınmış olan başaklardan, başaktaki başakçık sayısının sayılıp ortalamalarının alınması ile hesaplanmıştır.

Başakta tane sayısı (adet)

Her saksıdan alınan başaklar harmanlanarak taneleri sayılmış ve bunların ortalamalarının alınması ile belirlenmiştir.

Başakta tane ağırlığı (g)

Hasat döneminde alınan başaklar, harman edilmiş ve hassas tartı ile tartılmıştır. Elde edilen sonuçlar g cinsinden tespit edilerek ortalaması alınmıştır.

Bin tane ağırlığı (g)

Her saksıdan elde edilen tanelerden rastgele 4 x 100 tane sayılarak 0.01 g duyarlılıktaki terazide tartılıp, ortalamaların 10 ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.

Bitki verimi (g/bitki)

Hasat edilen bitkilerden elde edilen tane ürünü tartılarak belirlenmiştir.

Hasat indeksi (%)

(Tane verimi x 100) / Biyomas formülü ile hesaplanmıştır.

Biyomas (g/bitki)

Saksıdan alınan tüm toprak üstü bitki kısımlarının ağırlıkları kurutulduktan sonra tartılarak belirlenmiştir.

Protein Oranı (%)

Her saksıdan alınan örneklere ait protein oranı, GrainSense cihazında % olarak tespit edilmiştir.

Tane rengi

Buğdayda renk b değeri HunterLab ColorFlex, A60-1010-615 cihazı ile ölçülmüştür.

Su kullanım etkinliği (SKEIr) (mg/ml)

Toplam tane verimi miktarının verilen sulama suyu miktarına oranı olarak ifade edilen sulamaya dayalı su kullanım etkinliği (SKEIr) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Li ve ark., 1995).

$$SKEIr = TDV / SM$$

SKEIr : Sulamaya dayalı su kullanım etkinliği (kg/ton), TDV : Toplam tane verimi (kg/m²) SM: Toplam sulama suyu miktarı (ton/m²)

İncelenen parametrelere ait elde edilen değerler JUMP Pro 13 istatistik paket programı

yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılıklar LSD testi ile ortaya konulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Farklı sulama seviyelerinin (%100TK, %75TK, %50TK ve %25TK) uygulandığı makarnalık buğday genotiplerinde incelenen özelliklere ait varyans analizi sonuçları çizelge 2’de verilmiştir. İncelenen tüm özelliklerde azalan sulama uygulamalarında önemli istatistiksel farklılıklar oluşmuştur. Başakta başakçık sayısı, başak verimi ve tane verimi yönünden istatistiksel önemde genotipik farklılık meydana gelmemiştir. Tane verimi su kullanım etkinliği ve incelenen birçok özelliğe sulama x genotip etkisi istatistiksel olarak önemli bulunarak bu özelliklerde genotiplerin değişen su miktarlarına farklı tepki verdiği belirlenmiştir.

Tane verimi, biyolojik verim ve su kullanım etkinliği haricindeki diğer özelliklerin azalan sulama suyu seviyelerindeki minimum, maksimum ve ortalama değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Başaklanma gün sayısı, fizyolojik olum süresi, bitki boyu, bayrak yaprak açısı, klorofil metre değeri (SPAD), başak uzunluğu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, tane verimi, bin tane ağırlığı, hasat indeksi, b değeri ve biyomas özelliklerinde sulama suyu artışının üretkenliği artırmasına bağlı olarak en yüksek değerler %100TK sulama uygulamasından elde edilmişken en düşük değerler %25TK sulama uygulamasından elde edilmiştir. Buna karşılık strese bağlı olarak artış gösteren mumsuluk, yaprak kıvrılması ve protein değerlerinde su stresi artışına bağlı olarak yükselme meydana gelmiştir.

Azalan sulama suyu seviyeleri genotiplerin erken başaklanmasına sebep olmuştur (Çizelge 3). Bitkilerin yetiştirme süreleri için büyük öneme sahip

olan topraktaki mevcut nem yüksek tohum verimi için kritik öneme sahiptir. Blum (2007), kısa gelişme döneminin (erken çiçeklenme) özellikle geç dönemlerde oluşan kuraklıktan kaçış mekanizması olduğunu, bununla birlikte uzun gelişme döneminin genellikle daha yüksek verim potansiyeli anlamına geldiğini ve sonuç olarak erkenciliğin kuraklığın geliş dönemi önceden tahmin edilemeyen çevrelerde verimin azaltılması ile sonuçlanabileceğini, erkenciliğin daha çok tahmin edilebilir çevrelerde fenolojiyi optimize etmek için kullanılabileceğini bildirmiştir.

Çalışmada verilen sulama suyu miktarı azalmasının bitkinin vejetatif ve generatif gelişme sürelerini kısalttığı gözlemlenmiştir. Genotipler arasında Sena çeşidi özellikle %50TK su stresinde diğer genotiplere kıyasla yaşam süresini uzatmıştır. Bu çeşit stres ortamında uzun süre fotosentez aktivitesini devam ettirdiği ve kuru madde ürettiği gözlemlenmiştir. Gebe dönem, başaklanma, çiçeklenme ve süt olum dönemlerinde bitki toprakta yeterli miktarda suya ulaştığında bitki maksimum verime ulaşır (Araus ve ark., 2002). Erkenci genotiplerin seleksiyonu, terminal kuraklık stresinin sebep olduğu verim kaybını en aza indirmek için etkili bir stratejidir (Kirda ve ark., 1999).

Bitki boyu diğer özelliklere göre su kısıtlamasına daha fazla tepki vermiştir. Tarla kapasitesinin altında verilen su miktarlarının bitkinin vejetatif süresini kısalttığından dolayı genotiplerin bitki boylarını olumsuz etkilemiştir. Poudel ve ark., (2020), kuraklığın bitki boyunu olumsuz etkilediğini, iyi sulanan genotiplerin, kuraklık stresi altındaki genotiplerden daha uzun boya sahip olduğunu ve uzun boylu genotiplerde, kurak koşullarda kısa boylu genotiplerinden daha fazla verim düşüşü yaşandığını bildirmiştir.

Çizelge 2.Özelliklere ait kareler ortalamaları ve CV% değerleri

Table 2. Means of squares and CV% values of properties

Özellikler Features	Su Seviyeleri Water Levels	Genotip Genotype	Genotip*Su Seviyesi Genotype * Water Level	CV
Başaklanma gün sayısı (gün) Heading time (day)	69.14**	48.85**	5.04**	2.55
Fizyolojik olum süresi (gün) Physiological maturity time (day)	1909.54**	7.82**	0.77 ^{öd}	1.07
Bitki boyu (cm) Plant height (cm)	6090.91**	111.51**	48.95**	5.85
Bayrak yaprak dikliği (0-90 açı skalası) Leaf erectness (0-90 angle scale)	599.94**	366.63**	180.07**	5.80
Mumsuluk (1-5 skalası) Waxiness (1-5 scale)	2.83**	2.99**	0.79 ^{öd}	7.47
Bayrak yaprak kıvrılması (1-9 skalası) Leaf curl (1-9 scale)	119.43**	1.27*	0.88*	8.11
SPAD değeri SPAD value	242.83**	39.35**	16.69 ^{öd}	6.57
Başak uzunluğu (cm) Spike length (cm)	8.77**	2.27**	0.21 ^{öd}	8.01
Başakta başakçık sayısı (adet) Number of spikelet per spike	108.18**	2.58 ^{öd}	3.30 ^{öd}	12.56
Başakta tane sayısı(adet) Number of grains per spike	3654.72**	65.14**	69.28**	13.54
Başakta tane ağırlığı (g) Grain weight per spike	6.83**	0.07 ^{öd}	0.14**	7.58
Tane verimi (g/bitki) Grain yield (g/plant)	44.65**	0.08 ^{öd}	0.37**	13.05
Bin tane ağırlığı(g) Thousand grain weight (g)	2861.93**	120.93**	41.8 ^{öd}	9.61
Hasat İndeksi (%) Harvest index (%)	957.67**	27.10*	67.37**	9.94
Biyomas Verimi (g/bitki) Biomass yield (g /plant)	185.27**	1.47*	0.79 ^{öd}	12.70
Bitki su kullanım etkinliği –verim (mg/ml) Plant water use efficiency – yield (mg/ml)	0.45**	0.53**	0.43**	8.98
Bitki su kullanım etkinliği –biyomas (mg/ml) Plant water use efficiency – biomass (mg/ml)	12.44**	0.85**	0.54**	7.57
Protein içeriği (%) Protein content (%)	51.72**	7.68**	6.07**	5.15
b değeri (%) b value	12.82**	1.26*	1.30**	2.94

öd: önemli değildir, * ; %5. ** ; % 1 seviyesinde önemlidir.

Artan su stresinin optimum yetiştirme koşullarına oranla bayrak yaprağının klorofil içeriğinde (SPAD değeri) önemli azalmalara neden olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). %100TK düzeyinde klorofil içeriği yüksek olan genotiplerin kuraklık stresi düzeylerinde de yüksek klorofil içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Su, klorofil sentezi için büyük bir öneme sahiptir. Yoğun bir yağıştan

sonra bitkide klorofil miktarı artar fakat kurak geçen sezonlarda ise bu oran azalır. Bitki, bünyesinde klorofil miktarını maksimum düzeyde tutabilmesi için yaprak su içeriğini yüksek tutması gerekir (Bohrani and Habibi, 1992). Kuraklık stresi, bitki klorofil ışınımında ve verimde azalışa sebep olur (Khayatnezhad ve ark., 2010).

Çizelge 3. İncelenen özelliklere ait maks.– min. ve ortalama değerler

Table 3. Maximum, minimum and mean values of the properties examined.

Özellikler Features	100%	75%	50%	25%	Özellikler Features	100%	75%	50%	25%
Başaklanma gün sayısı (gün) Heading time (day)	Min. 43.12 Maks. 49.50 Ort. 46.16 a	42.00 47.75 44.80 b	41.00 46.12 42.83 c	40.46 45.51 42.64 c	Başakta başakçık sayısı (adet) Number of spikelet per spike	Min. 15.59 Maks. 17.00 Ort. 16.53 a	15.04 16.50 15.51 ab	13.58 15.59 14.49 b	9.25 13.68 11.65 c
Fizyolojik olum süresi (gün) Physiological maturity time (day)	Min. 86.40 Maks. 89.25 Ort. 87.78 a	82.00 83.65 82.67 b	76.75 79.07 77.65 c	67.00 68.00 67.10 d	Başakta tane sayısı (adet) Number of grains per spike	Min. 27.88 Maks. 44.25 Ort. 35.09 a	21.77 34.75 29.36 b	12.09 28.13 19.48 c	4.59 11.70 7.23 d
Bitki boyu (cm) Plant height (cm)	Min. 61.37 Maks. 59.25 Ort. 64.27 a	53.72 67.62 58.30 b	39.75 51.25 46.08 c	24.06 34.41 28.56 d	Başakta tane ağırlığı (g) Grain weight per spike	Min. 1.03 Maks. 1.52 Ort. 1.32 a	0.79 1.49 1.20 a	0.47 1.18 0.82 b	0.07 0.24 0.14 c
SPAD değeri SPAD value	Min. 51.21 Maks. 56.10 Ort. 53.94 a	47.60 55.47 51.88 b	47.70 55.71 50.87 b	43.81 49.00 46.49 c	Bin tane ağırlığı (g) Thousand grain weight (g)	Min. 36.28 Maks. 44.06 Ort. 41.73 a	35.84 45.46 40.77 a	28.95 44.88 38.01 a	13.14 26.76 18.77 b
Bayrak yaprak dikliği (0-90 açı skalası) Leaf erectness (0-90 angle scale)	Min. 36.77 Maks. 53.50 Ort. 44.99 a	29.19 62.53 42.81 ab	29.19 49.19 39.65 b	29.25 37.50 33.62 c	Hasat indeksi (%) Harvest index (%)	Min. 20.20 Maks. 27.40 Ort. 24.13 a	15.83 24.69 19.99 b	9.62 21.61 16.88 c	3.29 20.58 9.32 d
Mumsuluk (1-5 skalası) Waxiness (1-5 scale)	Min. 2.44 Maks. 4.5 Ort. 3.29 b	3.25 4.94 3.85 a	3.25 4.97 3.94 a	3.50 5.00 4.05 a	Protein içeriği (%) Protein Content (%)	Min. 20.26 Maks. 23.72 Ort. 22.20 c	22.22 24.39 23.09 b	22.62 27.69 25.04 a	- - -
Bayrak yaprak kıvrılması (1-9 skalası) Leaf curl (1-9 scale)	Min. 2.50 Maks. 4.97 Ort. 3.40 d	4.23 5.50 5.07 c	6.00 6.75 6.46 b	8.00 9.00 8.62 a	b değeri (%) b value (%)	Min. 21.83 Maks. 23.38 Ort. 22.59 a	20.35 22.27 21.45 b	19.95 22.07 21.24 b	- - -
Başak uzunluğu (cm) Spike length (cm)	Min. 5.41 Maks. 6.59 Ort. 5.74 a	4.33 5.32 4.84 b	4.07 5.38 4.65 b	3.33 5.31 4.35 c					

Farklı sulama seviyelerinde belirlenen bayrak yaprak dikliği değerleri 33.62-44.99 arasında değişmiştir (Çizelge 3). Su stresinin arttığı uygulamalarda, Fırat-93 çeşidi hariç tüm çeşitlerde bayrak yaprağın dikleştiği gözlemlenmiştir. Yapılan korelasyon analizlerinde bayrak dikliği ile tane verimi arasında önemli istatistiksel ilişki ortaya çıkmamıştır. Suyun yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak alanlarda bitkilerin yaprak alanı ve yapraklarının sapla yaptığı açı kurağa dayanıklılık açısından önem taşımaktadır. Özellikle kurak alanlarda büyük yaprak alanına sahip olmayan ve sapla dik açı yapan çeşitler tercih edilmelidir. Innes ve Quarrie (1987), yaprağı daha dik olan genotiplerde daha fazla tane verimi ve biyolojik verim elde edildiği gibi, tam sulama koşulları altında da dik yapraklı çeşitlerden yüksek verim elde edildiğini belirtmişlerdir.

Kuraklık stresinin derecesine bağlı olarak genotiplerde mumsuluğu arttırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). Mumsu yapıya sahip çeşitlerin, mumsuzlara göre daha fazla biyolojik ve tane verimine sahip olduğu farklı çalışmalarda bildirilmiştir (Dakheel ve Makdis, 1991; Dencic ve

ark., 2000). Su stresi altında, toleranslı bitkilerin kurak koşullara uyum sağlamak için yaprak mumsuluk oranını artırabilme yeteneğine sahip olduğu bu çalışmada belirlenmiştir. Kuraklığa toleransta yaprak mumsuluğu ele alınması gereken önemli özelliklerden biri olarak belirlenmiştir.

Sulama seviyelerinde belirlenen yaprak kıvrılması değerleri 3.40-8.62 arasında değişmiştir. %100TK ve %75TK sulama suyu seviyelerinde yer alan genotiplerin yaprak kıvrılması değerleri genel olarak %25TK kuraklık düzeyindeki genotiplerin değerlerinden düşük olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Bu durum kuraklık stresine karşı genotiplerin evapotranspirasyon yolu ile yaprak ayası yüzeyinden su kaybını minimum düzeyde tutmak amacıyla yaprak yüzeyi birim alanını küçülterek sıcaklık stresine karşı reaksiyon göstermesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca bitkilerde yaprak kıvrımının artmasının klorofil miktarını azalttığı saptanmıştır. Yaprak kıvrılması, yaprak kalınlığı ve yaprak dikliğinin stres koşulları altında önemli rol oynayabilecek karakterler olduğu (Skovmand ve ark., 2001), kurak koşullarda yetişen bitkilerin yapraklarında kıvrılma olmaması bitki

bünyesindeki su durumunun ve derin kök sisteminin belirtisi olarak algılanabileceği, yağışların gecikmesi durumunda suyun tasarruflu kullanılabilmesi için yaprak bükülmesi, yaprak solması ve yaprak alanının koruması özelliklerinin önemli adaptasyon yeteneği olabileceği (Richards ve ark., 2001) bildirilmiştir.

Tam sulama koşullarında %25TK sulama uygulamasına göre %31.95 oranında daha yüksek başak uzunluğu değeri elde edilmiştir (Çizelge 3). Başak uzunluğuna göre genotipler arasında önemli farklılıklar olduğu (Maleki ve ark., 2008), ayrıca başak boyunun kurak koşullardan etkilendiği, başak boyuna göre kuru koşullardaki seleksiyonun sulu koşullarda da geçerli olabileceği (Tosun ve ark., 2006), agronomik özellikler bakımından genotipler arasında farklılıklar olacağı (Bahar ve ark., 2009) farklı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Bildirimlerle uyumlu olarak su stresi arttıkça başak boyu olumsuz şekilde etkilenmiştir.

Araştırmada, sulama seviyelerinin başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı ve bin tane ağırlığına etkileri incelendiğinde, kuraklık stresindeki artışın bu parametrelere ait değerleri önemli düzeyde azalttığı anlaşılmaktadır. Başakta başakçık sayısındaki bu azalma, kuraklık stresindeki artışın başak uzunluğunu kısaltmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Yüksek değerlerde başakta başakçık sayısı elde etmek için kuru koşullarda seleksiyonun yeterli olabilmesi ve büyük oranda sulu koşulları da temsil etmesi nedeniyle, uzun başak uzunluğuna sahip çeşitlerin hem sulu hem de kuru koşullarda avantajlı olacağı öngörülmektedir (Tosun ve ark., 2006). Buğdayda yapılan araştırmalar, kuraklık stresinin etkisiyle başakta tane bağlamayan başakçık sayısında %82.29 oranında artış olduğunu göstermektedir (Akram ve Iqbal, 2004). Tane verimini fazla etkileyen özelliklerin başında gelen başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığının kurağa karşı en hassas özellikler olduğu (Dencic ve ark., 2000; Maleki ve ark., 2008) bu çalışmada da teyit edilmiştir. Su stresindeki artışa bağlı olarak olgunlaşma süresi önemli bir şekilde kısalmış, bu da tane dolum döneminin kısalmasına neden

olmuş ve cılız taneler elde edilmiştir (Çizelge 3). Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da kurak koşullarda başakta tane ağırlığında azalma olduğu tespit edilmiştir. Kurak koşullarda başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı ile tane verimi arasında olumlu ve önemli ilişki bulunduğu belirtmişlerdir (Maleki ve ark., 2008; Pireivatlou ve Yazdansepas, 2007; Özkan ve ark., 2018).

Araştırmada, %100 tarla kapasitesi uygulamasında tane veriminin artması ve tane dolum süresinin uzaması hasat indeksini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı verim unsurları da hasat indeksinin yükselmesine katkı sağlamıştır. Öztürk ve Korkut (2018), hasat indeksi açısından en yüksek oranı erken dönem kuraklık uygulamasında, en düşük hasat indeksi ise geç dönem kuraklık uygulanan parsellerde saptamışlardır. Araştırmada elde edilen sonuçlar Foulkes ve ark. (2002) ve Maleki ve ark. (2008), tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen bulgulara benzerlik göstermiştir.

Çalışmada %25TK kuraklık stresi uygulamalarında yeterince tohum elde edilemediğinden dolayı protein ve renk analizleri yapılamamıştır. Bundan dolayı değerlendirme yapılırken %100TK, %75TK ve %50TK sulama seviyeleri dikkate alınmıştır. Sulama seviyelerinde ortalama protein oranı (%) 22.20-25.04 arasında değişmiştir. Yetiştirme döneminde sera ortamının sıcaklığının yüksek olması bitkilerde karbonhidrat birikimini azaltmıştır. Bu sebepten dolayı tüm sulama seviyelerinde bitkilere ait protein oranı değerleri normal değerlerin üzerinde seyretmiştir. Pierre ve ark. (2008), buğdayda tane dolum döneminde farklı sulama seviyeleri uygulamasının tane proteinini değiştirdiğini belirtmişlerdir. Azalan sulama suyu seviyelerinde ortalama b renk değeri 21.24-22.59 arasında değişmiştir. Araştırmada, sulama seviyelerindeki azalışla birlikte ortalama b renk değerinin azaldığı saptanmıştır.

Su stresindeki artışın ele alınan tüm genotiplerde biyomas verimini önemli düzeyde azalttığı saptanmıştır. Tarla kapasitesi (%100TK)

koşullarına göre biyomas verimindeki azalmalar, %75TK kuraklık düzeyinde %46.5; %50TK kuraklık düzeyinde %75.1 ve %25TK kuraklık düzeyinde %91.8 olarak belirlenmiştir. Kurak koşullarda biyolojik verimin azalmasının tane verimi ile ilişkili

olduğu (Foulkes ve ark., 2002), su eksikliğinin biyolojik verim ve tane verimi ile ilgili bazı özellikleri etkileyen önemli bir unsur olduğu (Öztürk ve Korkut, 2018) bildirilmiştir.

Çizelge 4. Makarnalık buğday genotiplerinin artan su stresinde tane verimi ve bitki su kullanım etkinliği değerleri
Table 4. Grain yield and plant water use efficiency values of durum wheat genotypes under increased water stress.

Genotip/Su Stresi Genotype / Water Stress	Tane verimi (g/bitki) Grain yield (g/plant)					Bitki su kullanım etkinliği – verim (mg/ml) Plant water use efficiency – yield (mg/ml)				
	100%	75%	50%	25%	Ort. Mean	100%	75%	50%	25%	Ort. Mean
DZ7-51	3.57 ab	1.85 d-h	0.86 h-l	0.13 kl	1.60	0.61 d-h	0.90 b-e	0.78 b-f	0.61 d-h	0.73 BC
FIRAT-93	3.03 a-c	2.17 c-f	0.76 l-l	0.14 kl	1.52	0.48 e-h	0.84 b-e	0.66 d-h	0.61 d-h	0.65 C
HAT-300	2.77 b-d	1.46 f-l	0.96 h-k	0.37 j-l	1.39	0.54 d-h	0.72 c-h	0.85 b-e	1.19 a	1.08A
SENA	2.72 b-e	1.9 d-g	1.21 g-j	0.19 kl	1.51	0.47 e-h	0.97 b-d	1.21 b	1.14 bc	0.95AB
SVEVO	3.82 a	1.80 e-h	0.52 j-l	0.13 kl	1.57	0.72 c-h	0.75 c-g	0.50 e-h	0.58 d-h	0.64 C
TBT16-7	3.44 ab	1.92 d-g	0.32 j-l	0.08 kl	1.44	0.54 d-h	0.98 b-d	0.36 f-h	0.32 gh	0.55 C
TBT16-9	3.14 ab	2.18 c-f	0.61 l-l	0.03 l	1.49	0.59 d-h	0.96 b-d	0.61 d-h	0.26h	0.60 C
Ort./Mean	3.21 A	1.90 B	0.75 C	0.15 D	1.51	0.56 B	0.87 A	0.71 B	0.67 B	0.74
%CV	13.05					8.98				
LSD Genotip LSD Genotype	öd					0.219**				
LSD Uygulama LSD Application	0.24**					0.159**				
LSD Gen.*Uyg. LSD Gen * Appl.	0.93**					0.413**				

öd: önemli değildir, * ; %5, ** ; % 1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 5. Makarnalık buğday genotiplerinin artan su stresinde biyomas ve bitki su kullanım etkinliği değerleri
Table 5. Biomass yield and plant water use efficiency values of durum wheat genotypes under increased water stress.

Genotip/Su Stresi Genotype / Water Stress	Biyomas Verimi (g/bitki) Biomass yield (g /plant)					Bitki su kullanım etkinliği –biyomas (mg/ml) Plant water use efficiency – biomass				
	100%	75%	50%	25%	Ort. Mean	100%	75%	50%	25%	Ort. Mean
DZ7-51	7.2	3.24	1.77	0.54	3.18 B	1.22 l-k	1.62 h-k	1.69 g-k	2.53 cd	1.77 B
FIRAT-93	8.08	4.4	1.99	0.57	3.76 A	1.22 l-k	1.72 g-k	1.79 f-k	2.49 c-e	1.80 B
HAT-300	6.11	2.9	1.91	0.66	2.9 B	1.19 l-k	1.50 h-k	1.74 g-k	3.58 a	2.18 A
SENA	6.95	3.6	2.44	0.53	3.38 AB	1.17 l-k	1.85 e-l	2.45 c-f	3.29 b	2.19 A
SVEVO	7.14	4.03	1.31	0.7	3.29 AB	1.37 l-k	1.60 h-k	1.32 l-k	2.92 bc	1.80 B
TBT16-7	6.55	3.36	1.05	0.54	2.87 B	1.03 k	1.71 g-k	1.22 l-k	2.13 d-h	1.52 B
TBT16-9	5.87	4.09	1.45	0.39	2.95 B	1.13 l-k	1.81 f-j	1.45 l-k	2.41 c-g	1.70 B
Ort. Mean	6.84 A	3.66 B	1.70 C	0.56 D	3.26	1.19 C	1.69 B	1.67 B	2.76 A	1.86
%CV	12.7					7.57				
LSD Genotip LSD Genotype	0.55*					0.35**				
LSD Uygulama LSD Application	0.42**					0.27**				
LSD Gen.*Uyg. LSD Gen * Appl.	öd					0.67**				

öd: önemli değildir, * ; %5, ** ; % 1 seviyesinde önemlidir.

Genotiplerin ortalama bitki tane verimi 1.39-1.60 g arasında değişmiştir. DZ7-51 (6.41 g) hattı tüm kuraklık stresi seviyeleri altında en yüksek bitki tane verimine sahip genotip olmuştur. Bunu

6.1 g ile Fırat-93 izlemiştir. Ancak Fırat-93 artan kuraklık stresine daha az tepki vermiştir. En düşük bitki tane verimi, Hat-300 hattında elde edilmiştir. Tüm sulama seviyelerinde ortalama bitki tane

verimi 0.15-3.21 g arasında değişmiştir. Genotip x kuraklık düzeyi interaksyonu incelendiğinde, ortalama bitki tane veriminin 0.03-3.82 g arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek bitki tane verimi, Svevo çeşidinin tarla kapasitesi (%100TK) koşullarında; en düşük bitki tane verimi ise, TBT 16-9 hattının %25TK kuraklık düzeyinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Su stresindeki artış ele alınan tüm genotiplerde bitki tane verimini önemli düzeyde düşürmüştür. Tarla kapasitesi (%100TK) koşullarına göre bitki tane verimindeki azalmalar, %75TK kuraklık düzeyinde %40.8; %50TK kuraklık düzeyinde %76.6 ve %25TK kuraklık düzeyinde %95.3 olarak belirlenmiştir. Kurak koşulların tane ağırlığını azaltarak verimi düşürdüğü (Guttieri ve ark., 2001), tane verimindeki artışın birim alandaki tane sayısı ve başaktaki tane sayısı ile ilişkili (Waddington ve ark., 1986; Bayhan ve ark., 2020) olduğunu belirten araştırmacıların sonuçları bu araştırmada elde edilen korelasyon sonuçlarıyla desteklenmiştir. Tüm su seviyelerinde başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı verimle ilişkili bulunmuştur.

Genotiplerin verim ve biyomas parametrelerine ait ortalama su kullanım etkinlikleri değerleri sırasıyla 0.55-1.08 ve 1.52-2.19 mg/l arasında değişmiştir. Verim bakımından en yüksek su kullanım etkinliği değeri Hat-300 hattında en düşük değer, TBT16-7 hattında elde edilmiştir. Biyomas bakımından en yüksek su kullanım etkinliği değeri Sena çeşidinde; en düşük değer, TBT16-7 hattında elde edilmiştir. Sulama seviyelerinde verim ve biyomas parametrelerine ait ortalama su kullanım etkinlikleri değerleri sırasıyla 0.56-0.87 ve 1.19-2.76 mg/l arasında değişmiştir. Verim bakımından en yüksek su kullanım etkinliği değeri %75TK'lık kuraklık düzeyinde; en düşük değer tarla kapasitesi (%100TK) koşullarında elde edilmiştir. Biyomas

bakımından en yüksek su kullanım etkinliği değeri %25TK'lık kuraklık düzeyinde; en düşük değer ise tarla kapasitesi (%100TK) koşullarında elde edilmiştir. Sulama suyu miktarına bağlı olarak hesaplanan su kullanım etkinliği değeri kısıtlı sulama koşullarında önemli düzeyde artış göstermiştir (Şekil 3). Su stresinin şiddetine bağlı olarak su kullanım etkinliğinin artış göstermesi kısıtlı su koşullarında bitkilerin tükettiği suyu daha etkin bir şekilde kuru madde üretimi için kullandığını göstermektedir. Bu durum bitkilerin, kısıtlı su ve sert kurak koşullarında farklı adaptasyon gösterdiklerini ortaya koymaktadır. Kurak koşullarda su kullanım etkinliğinin artış gösterdiği yapılan çeşitli araştırmada ortaya konulmuştur (Tatar, 2009; Yazar ve ark., 2009).

Tüm su stresi uygulamalarının bileşkesine göre yaprak kıvrılması ile tane verimi arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 6.). Tarla kapasitesindeki sulamadan aşırı su stresine doğru gidildikçe bu negatif ilişki güçlenmiştir (Şekil 1). Teorik olarak kurak ve sıcağa karşı koruyucu mekanizma sağladığı bilinen yaprak kıvrılmasının fazla olduğu çeşitlerde tane veriminin düşme eğilimi göstermesi beklenenin dışında bir sonuç olmuştur. Bu durum yaprak kıvrılmasıyla azalan transpirasyonun fotosentetik sistemin yavaşlamasına ve toplam kuru madde üretilmesinin azalmasına neden olmasıyla açıklanabilir. Bu durumda yaprak kıvrılması yapmayıp transpirasyona devam eden genotiplerin kurak şartlarda daha başarılı olduğu söylenebilir. Benzer şekilde 4 lokasyonda yürütülen çalışmada yaprak kıvrılmasıyla tane verimi ve fizyolojik olum süresi arasında ilişki bulunmamıştır (Siralut, 2005). Omarova ve ark. (1995), buğdayda kurağa dayanıklı genotiplerin seçiminde yaprak kıvrılma yeteneğini seleksiyon unsuru olarak kullanmıştır.

Çizelge 6. Özellikler arası katsayı değerleri

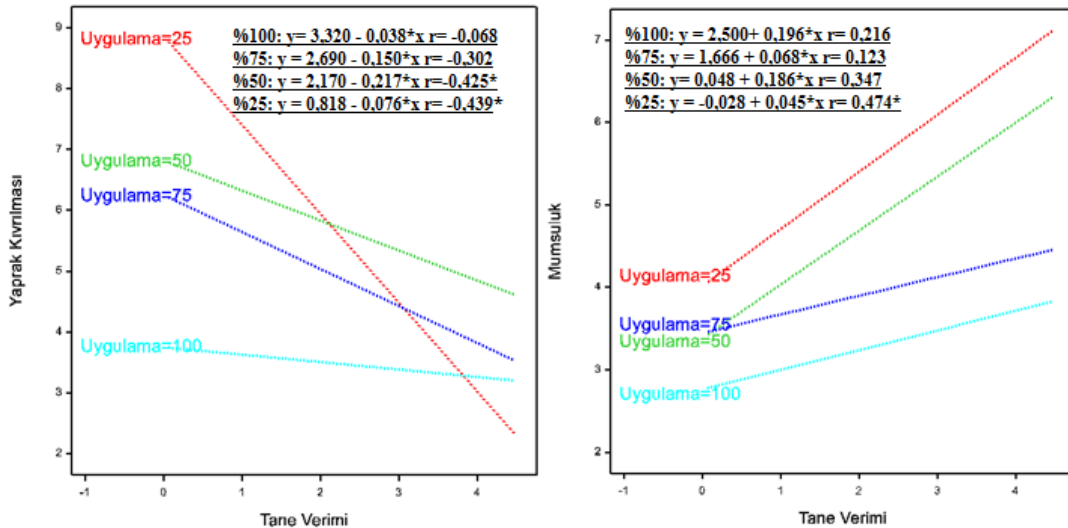
Table 6. Correlation values between properties

	TV	SKE (Verim)	SKE (Biyomas)	BV	Hİ	BS	FOS	BB	YA	Mum.	YK	SPAD	BU	BBS	BTS	BTA	BT	b değeri
SKE (TV)	0.027																	
SKE (BV)	-0.15	0.466**																
BV	0.241	-0.084	0.262															
Hİ	0.516**	0.500**	0.288	0.497**														
BS	0.262	-0.074	0.037	0.364*	-0.168													
FOS	0.491**	-0.044	0.221	0.688**	0.632**	0.207												
BB	0.653**	-0.049	0.257	0.72**	0.65**	-0.05	0.717**											
YA	0.201	-0.031	-0.17	0.261	0.298	-0.109	0.182	0.12										
Mum.	-0.221	-0.022	0.159	-0.252	-0.128	0.056	-0.268	-0.285	-0.265									
YK	-0.786**	0.041	0.668**	-0.679**	-0.587**	-0.261	-0.634**	-0.635**	-0.386**	0.211								
SPAD	0.502**	0.035	0.263	0.247	0.252	-0.079	0.195	0.286	0.211	-0.055	-0.499**							
BU	0.275	-0.252	0.278	0.277	0.268	0.324*	0.223	0.166	0.203	-0.277	-0.618**	0.198						
BBS	0.24	-0.018	0.229	0.22	0.235	0.082	0.412**	0.197	0.231	-0.278	-0.669**	0.284	0.497**					
BTS	0.878**	0.098	0.247	0.287	0.523**	0.083	0.673**	0.671**	0.24	-0.213	-0.839**	0.571**	0.595**	0.637**				
BTA	0.831**	0.159	0.25	0.21	0.651**	-0.031	0.636**	0.659**	0.294	-0.17	-0.797**	0.635**	0.562**	0.649**	0.925**			
BT	0.497**	0.192	0.214	0.212	0.63**	-0.227	0.658**	0.665**	0.151	-0.117	-0.578**	0.545**	0.338*	0.561**	0.553**	0.758**		
b değeri	0.311	-0.013	0.123	0.193	0.14	0.219	0.154	0.279	0.115	-0.226	-0.243	-0.085	0.158	0.12	0.21	0.254	-0.229	
Prot.	-0.601**	-0.243	0.035	-0.194	-0.294	-0.201	-0.477**	-0.561**	-0.169	0.059	0.439**	-0.042	-0.129	-0.156	-0.528**	-0.505**	-0.041	-0.141

TV: Tane verimi/ grain yield, SKE: Su kullanım etkinliği/water use efficiency, BV: Biyomas verimi/Biomass yield Hİ: Hasat indeksi/Harvest index (%), BS: Başaklanma süresi/Heading time, FOS: Fizyolojik olum süresi/Physiological maturity time, BB: Bitki boyu/Plant height, YA: Yaprak açısı/Leaf erectness Mum: Mumsuluk/Waxiness YK: Yaprak kıvrılması/Leaf curl, BU: Başak uzunluğu/Spike length, BBS: Başakta başakçık sayısı/Number of spikelet per spike, BTS: Başakta tane sayısı/Number of grains per spike, BTA: Başakta tane ağırlığı/Grain weight per spike, BT: Bin tane ağırlığı/Thousand grain weight, Prot: Protein içeriği/Protein content, b değeri/b value

Kurağa ve sıcağa dayanıklılık sağladığı yaygın bir şekilde kabul edilen mumsuluk en yüksek kuraklık şiddeti haricinde (%25TK) verimle ilişkili bulunmamıştır. Su kullanım etkinliği tüm su uygulamalarında verimle önemli seviyede ilişkili

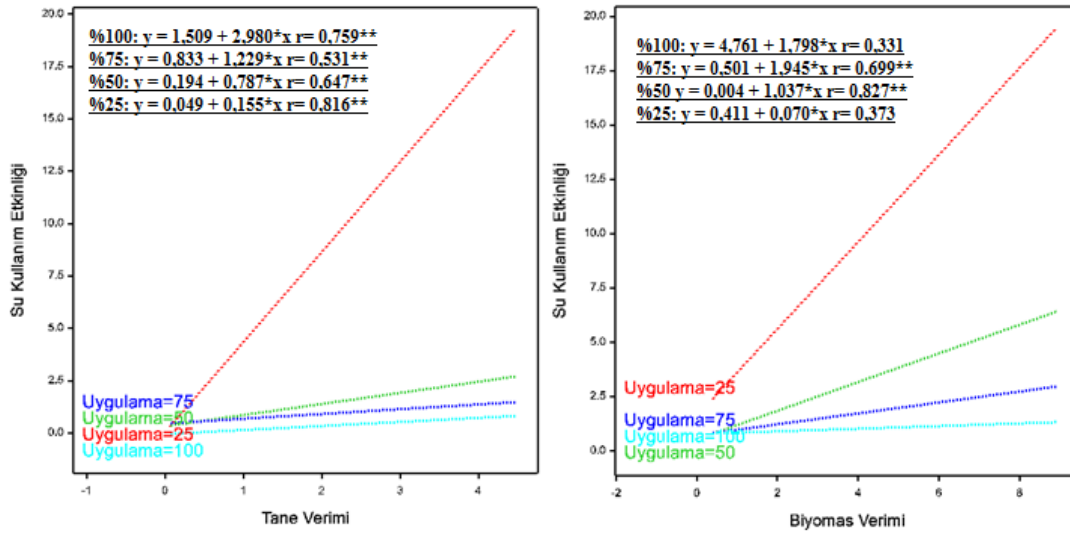
bulunmuştur. Biyomas ile su kullanım etkinliği arasında tüm su uygulamalarında pozitif ilişki bulunmakla birlikte, ilişki %75TK ve %50TK su uygulamalarında istatistiki olarak önemli seviyededir.



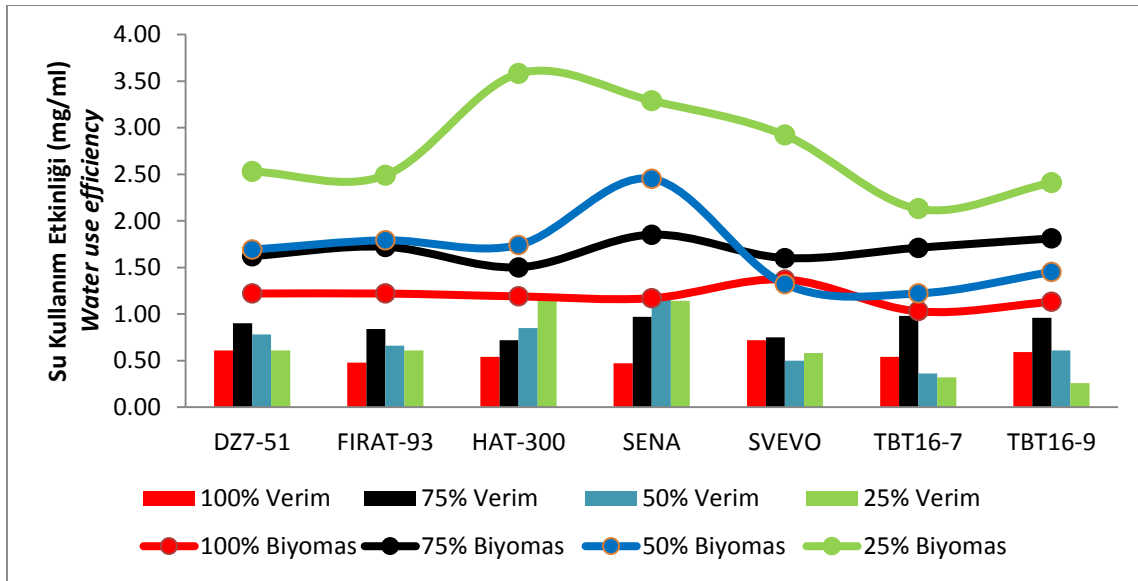
Şekil 1. Özellikler arası regresyon ilişkisi

Figure 1. Regression relationship between properties.

* ; %5, ** ; % 1 seviyesinde önemlidir



Şekil 2. Özellikler arası regresyon ilişkisi
Figure 2. Regression relationship between properties.
* ; %5, ** ; %1 seviyesinde önemlidir



Şekil 3. Makarnalık buğday genotiplerinin artan su stresinde tane verimine ve biyomas verimine ait bitki su kullanım etkinlikleri
Figure 3. Plant water use efficiency in increased water stress of durum wheat genotypes (grain yield and biomass yield).

Sonuçlar

Elde edilen sonuçlar incelenen morfolojik ve fizyolojik özellikler içerisinde mumsuluğun kuraklığa dayanıklılıkta morfolojik markör olarak kullanılma potansiyeline sahip olabileceğini göstermiştir. Artan su stresi, genotiplerin morfolojik, fizyolojik, verim öğelerinde hızlı azalışa neden olmuştur. Hemen hemen bütün genotipler incelenen özellikler bakımından üstün performansları tarla kapasitesi koşullarında göstermişlerdir. Ayrıca verim ve biyomas açısından sulama suyu miktarına dayalı olarak hesaplanan su kullanım etkinliği değerinin kısıtlı sulama koşullarında önemli düzeyde artış

göstermiştir. Artan kuraklık düzeylerinde (%75TK dan %25TK ya) kuru madde üretimini devam ettiren Fırat-93 (3.07 g) ve DZ7-51 (2.84 g) genotiplerinin kurağa dayanıklılık genlerine ve gen bölgelerine sahip olabileceği ve kurağa dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında donör bitki olarak kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Ekler

Bu çalışmayı, Tübitak 1919B01190331 numaralı proje ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür ederiz.

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

Yazar Katkısı: Büşra AKIN, Remzi ÖZKAN, Merve BAYHAN ve Cuma AKINCI çalışmayı planlayarak denemeleri kurmuş ve çalışmayı yürütmüş, Büşra AKIN ve Remzi ÖZKAN verileri analiz etmiş makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Akram H M., Iqbal M S. (2004). Drought tolerance studies of wheat genotypes. *Pak. J. Biol. Sci.*, 7 (1): 90-92.
- Araus JL., Slafer GA., Reynolds MP., Royo C. (2002). Plant breeding and drought in C3 cereals : what should we breed for ? *Ann of Bot.* 2002; 89(7):925–940.
- Bahar B., Yıldırım M., Barutcular C. (2009). Relationships between stomatal conductance and yield components in spring durum wheat under Mediterranean conditions. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 37 (2): 45-48,
- Bayhan, M., Özkan, R., Ozberk, I. (2020). Physiological, morphological, phenological and yield evaluation of durum wheat lines under rainfed conditions. *International Journal of Scientific and Technological Research.* 6. 31-43. 10.7176/JSTR/6-04-05.
- Bilski J J., Foy C D. (1987). Differential tolerance of oat cultivars to aluminium in nutrient solutions and in acid soil of Poland. *J. Plant Nutr.*, 10: 129-141.
- Blum, A. (2007). The mitigation of drought stress Dr. Abraham Blum Web sitesi. <http://www.plantstress.com>. (Erişim Tarihi: 08.11.2020).
- Blum, A. (2011). Plant water relations, plant stress and plant production. NY: Springer. 10.1007/978-1-4419-7491-4_2.
- Bohrani, M., Habili, N. (1992). Physiology of Plants and Their Cells. Translation. Chamran University publication. pp. 20-34.
- Borojevic, S., Williams, W. A. (1982). Genotype x Environment Interactions for Leaf Area Parameters and Yield Components and Their Effects on Wheat Yield, *Crop Sci.* 22, 1020-1025, 1982.
- Dakheel, A., Makdis, F. (1991). The role of glaucousness as a selection criterion for drought tolerance in durum wheat. Cereal Improvement Program. Annual Report, 120-121. ICARDA, Aleppo.
- Dencic, S., Kastori, R., Kobiljski, B., Duggan, B. (2000). Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica* 113: 43-52,
- Fahad, S., Hussain, S., Saud, S., Tanveer, M., Bajwa, A. A., Hassan, S. (2015). A biochar application protects rice pollen from high-temperature stress. *Plant Physiol. Biochem.* 96, 281–287. Doi: 10.1016/j.plaphy.2015.08.009.
- FAO, FAOSTAT, (2011). Food and agriculture organization. Available online at: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx> Erişim tarihi: 10.10.2020.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, SMA. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustainable Dev.* 29, 185–212. Doi: 10.1051/agro:2008021.
- Foulkes, MJ., Scott, RK., Brandley, SR. (2002). The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions, *Journal of Agr. Sci.*, 138:153-169, <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=1131229> (erişim tarihi, 17.10.2020).
- Gebeyehou, G., Knott, D. R., Baker, R. J. (1982). Relationships Among Durations of Vegetative and Grain Filling Phases, Yield Components, and Grain Yield in Durum Wheat Cultivars, *Crop Sci.* 22, 287-290, 1982.
- Guttieri, MJ., Stark, JC., O'Brien, K., Souza, E. (2001). Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Univ. Of Idaho Research and Extension Center, P.O. Box AA, Aberdeen, ID 83210. *Crop Sci.*, 41: 327-335,
- Haider, N. (2013). The origin of the B-genome of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Russian J. Genetics*, 49, 263–274. Doi: 10.1134/S1022795413030071.
- Hossain, A., Sarker, M., Saifuzzaman, M., Teixeira da Silva, J., Lozovskaya, M., and Akhter, M. (2013). Evaluation of growth, yield, relative performance and heat susceptibility of eight wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown under heat stress. *Int. J. Plant Prod.* 7, 615–636.
- Innes, P., Quarrie, SA. (1987). Water Relations. Wheat Breeding. Cambridge Uni. 313-334.
- Khayatnezhad, M., Zaefizadeh, M., Gholamin, R., Jamaati-e somarein Sh. (2010). Study of genetic diversity and path analysis for yield in durum wheat genotypes under water and dry conditions. *World Appl. Sci. J.*, 9(6): 655-665.
- Kirda, C., Kanber, R., Tulucu, K. (1999). Yield response of cotton, maize, soybean, sugar beet, sunflower, and wheat to deficit irrigation. In: Crop Yield Response to Deficit Irrigations. Dordrecht, *The Netherlands: Kluwer Academic.* 21-38.
- Li, F.M., Zhao, S.L., Duan, SS. (1995). The strategy for limited irrigation of spring wheat in semiarid Loess Plateau, China. *Chin. J. Appl. Ecol.* 6 (3), 259–264 (in Chinese).
- Maleki, A., Babaei, F., Amin, HC., Ahmadi, J., Dizaji, AA. (2008). The study of seed yield stability and drought tolerance indices of bread wheat genotypes under irrigated and non-irrigated conditions. *Research Journal of Biological Sci.*, 3 (8): 841-844, <http://www.medwellpublishing.com/abstract/?doi=rjbsci.2008.841.844>.
- Nass, H. G. (1973). Determination of Characters for Yield Selection in Spring Wheat, *Can. J. Plant Sci.* 53, 755-762, 1973.
- Omarova, El., Bogdanova, ED., Polimbetova, FA. (1995). Regulation of water-loss by the leaves of soft winter-wheat with different organization of leaf structure. *Russian Journal of Plant Physiology* 42(3):383-385
- Özkan, R., Ozberk, I., Özberk, F., Bayhan, M., 2018. Response to nitrogen and profitable variety

- preference in wheat. *DUFED* 7(2) 50-60.
- Öztürk, İ., Korkut, K. (2018). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L) genotiplerinde farklı gelişme dönemlerindeki kuraklığın verim ve verim unsurlarına etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 128-137. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf/issue/37314/357122>.
- Pierre, CS., Peterson, CJ., Ross, AS., Ohm, JB., Verhoeven, LM., Hofer, B. (2008). White wheat grain quality changes with genotype, nitrogen fertilization, and water stress. *Agron. Journal*, 100: 414-420, <http://agron.sciijournals.org/cgi/content/abstract/100/2/414> (Erişim tarihi: 17.11.2020).
- Pireivatlou, SA., Yazdansepa, A. (2007). Mobilization of dry matter and its relations with drought stress in wheat genotypes. <http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/3309/1/P208.pdf> (Erişim tarihi: 21.11.2020).
- Poudel, M.R., Poudel, H., Pandey, M., Thapa, D., Dhakal, K. (2020). Evaluation of Wheat Genotypes under Irrigated, Heat Stress and Drought Conditions. *J Biol Today's World* 2020; 9(1): 212.
- Richards, RA., Condon, AG., Rebetzke, GJ. (2001). Traits to improve yield in dry environments. application of physiology in wheat breeding, International Maize and Wheat Improvement Center Mexico, *D.F, CIMMYT*.
- Rijsberman, FR., 2006. Water scarcity: fact or fiction? *Agric. Water Manag.* 80, 5–22. Doi: 10.1016/j.agwat.2005.07.001.
- Siralut, XRR. (2005). Leaf Rolling in wheat. PhD thesis. The Australian National University.
- Skovmand, B., Reynolds, MP., Delacy, IH. (2001). Searching genetic resources for physiological traits with potential for increasing yield. application of physiology in wheat breeding. International Maize and Wheat Improvement Center Mexico, *D.F, CIMMYT*. P: 17-28.
- Slafer, G. A., Miralles, D. J. (1992). Green Area Duration During the Grain Filling Period of an Argentine Wheat Cultivar as Uninfluenced by Sowing Date, Temperature and Sink Strength, *J. Agron. and Crop Sci.* 168, 191-200, 1992.
- Spiertz, J. H. J., Hag, B. A., Kupers, L. J. P. (1971). Relation Between Green Area Duration and Grain Yield in Some Varieties of Spring Wheat, *Neth. J. Agric. Sci.* 19, 211-222, 1971.
- Tatar, Ö. (2009). Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) sapa kalkma döneminde meydana gelen kuraklığın başak oluşumu ve bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. *Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 19-22 Ekim, Hatay.
- Tosun, M., Yüce, S., Erkul, A., Ege, H. (2006). Kuru ve sulu koşullarda yetiştirilen buğdayın bazı agronomik ve kalite özelliklerinin direkt seleksiyona karşı indirekt seleksiyon etkinliği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43(2):53-62.
- Turhan, H., Bager, G., Önemli, F. (2000). Bazı ayçiçeği çeşitlerinin in vitro ve in vivo koşullarında kuraklık performansının belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Araştırma Fonu, TÜAF-268*, 25s.
- Turrall, H., Burke, J. J., and Faurès, J. M. (2011). *Climate Change, Water and Food Security*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- Waddington, SR., Ransom, JK., Osmanzai, M., Saunders, DA. (1986). Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to Northwest Mexico. *Crop Sci.*, 26: 698-703, <http://crop.sciijournals.org/cgi/content/abstract/26/4/698>.(erişim tarihi, 17.11.2020).
- Yazar, A., F. Gokcel, ve Sezen, MS. (2009). Corn yield response to partial rootzone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system. *Plant Soil Environ.*, 55, (11): 494–503pp.

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. İkiyden 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 şahıslarla istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu, ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığını taahhüt ederim/ederiz.

1. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

2. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

Telif Hakkı Devir Sözleşmesi tüm yazarlarca imzalandıktan sonra tek bir form olarak sisteme yüklenmelidir)

Lütfen arka sayfaya geçiniz.

<http://ziraatdergi.harran.edu.tr>

ISSN: 2148-5003