



**Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi**  
Harran Journal of Agricultural and Food Science



**Yıl / Year: 2017 Cilt / Volume: 21 Sayı / Number: 2**

**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. Recep GÜNDOĞAN  
**Dekan (Dean)**

**Baş Editör  
(Editor in Chief)**

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

**Yayın Sekreteri  
(Publication Secretary)**

Yrd. Doç. Dr. Mehmet MAMAY

**Bölüm Editörleri  
(Section Editors)**

Doç. Dr. Abdulhabip ÖZEL  
Doç. Dr. Ali İKİNCİ  
Doç. Dr. Erdal SAKİN  
Yrd. Doç. Dr. Ali YILDIRIM  
Yrd. Doç. Dr. Ferhat KÜP  
Yrd. Doç. Dr. Gonca ÖZMEN ÖZBAKIR  
Yrd. Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet MAMAY  
Yrd. Doç. Dr. Remziye ÖZEL

**Yabancı Dil Editörleri  
(Foreign Language Editors)**

Doç. Dr. Tamer İŞGİN  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ŞENBAYRAM

**Dizgi ve Tasarım  
(Typesetting and Designer)**

Arş. Gör. Dr. Selçuk SÖYLEMEZ

Cilt (Volume): **21**

Sayı (Issue): **2**

Yıl (Year): **2017**

**Danışma Kurulu**  
(Advisory Board)

**Prof. Dr. Hsin CHI**

National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China

**Assoc. Prof. Dr. Oleksiy Derkach**

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

**Assoc. Prof. Dr. Roman Rolbiecki**

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

**Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Prof. Dr. Ayten NAMLI**

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

**Prof. Dr. Erhan AKKUZU**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

**Prof. Dr. Geza HRAZDINA**

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

**Prof. Dr. Ladine BAYKAL ÇELİK**

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Prof. Dr. Levent SON**

Mersin Üniversitesi, İşletme Bilgi Yönetimi Bölümü

**Prof. Dr. Levent ÜNLÜ**

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Mustafa BAYRAM**

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Saliha KIRICI**

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. Önder KAMILOĞLU**

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

**Dr. Jens D. BERGER**

The University of Western Australia, Ecophysiological, Australia

**Dr. Muhammed Nasir ROFİQ**

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

**Dizgi ve Tasarım:** Arş. Gör. Dr. Selçuk SÖYLEMEZ

**Yazışma Adresi**

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 63040 Şanlıurfa

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

**e-posta:** ziraatdergi@harran.edu.tr

**Basım Tarihi:** 19.06.2017

**Baskı:** Nova Matbaası, Şanlıurfa

**Yılda dört kez yayınlanır**

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

Yıl/Year: 2017

Cilt/Volume: 21

Sayı/Number: 2

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

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

**Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Harun BAYTEKİN**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Hüseyin Bozkurt**

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. İbrahim AYDIN**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ**

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. M. Gültekin TEMİZ**

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Mehmet ERTUĞRUL**

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Prof. Dr. Metin ATAMER**

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü

**Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Nazım ŞEKEROĞLU**

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı

**Prof. Dr. Sebahattin NAS**

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Sedat SERÇE**

Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi,  
Tarımsal Genetik Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Sibel UYGUR**

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Süleyman AKBULUT**

Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Tülin AKŞİT**

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Turgay TAŞKIN**

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Doç. Dr. Aylin ALTAN**

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Doç. Dr. ÇETİN KARADEMİR**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. Deniz ÇEKMECİOĞLU**

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Doç. Dr. Mehmet KARAASLAN**

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Doç. Dr. Mustafa ÖZDEN**

Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ayhan Şahenk Tarım Bilimleri ve Teknolojileri  
Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü

**Doç. Dr. Yener ATASEVEN**

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Yrd. Doç. Dr. Bekir DEMİRTAŞ**

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Yrd. Doç. Dr. Cenap YILMAZ**

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

**Yrd. Doç. Dr. Emel DIRAZ**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

**Yrd. Doç. Dr. Gökhan AKARCA**

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Yrd. Doç. Dr. Gülsüm YALDIZ**

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi

**Yrd. Doç. Dr. Sibel YAĞCI**

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği Bölümü

## İçindekiler / Contents

### Araştırma Makaleleri / Research Articles

- Pleurotus ostreatus* Mantarının Cips Üretiminde Kullanımı** 133-142  
Use of *Pleurotus ostreatus* Mushroom in Chips Production  
Nurcan DOĞAN, Cemhan DOĞAN, İbrahim HAYOĞLU
- Optimization of Microwave-assisted Extraction of Phenolics from Organic Strawberry Using Response Surface Methodology** 143-154  
Yanıt Yüzeý Metodolojisi Kullanılarak Organik Çilekten Mikrodalga Destekli Fenolik Ekstraksiyonunun Optimizasyonu  
Aysel ELİK, Derya KOÇAK YANIK, Fahrettin GÖĞÜŞ
- Determination of Weed Species in Kiwifruit Orchards of Ordu Province-Turkey** 155-163  
Ordu İli Kivi Bahçelerinde Görülen Yabancı Ot Türlerinin Belirlenmesi  
Hikmet YONAT, Onur KOLÖREN
- Farklı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Pomolojik, Fitokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri** 164-176  
Pomological, Phytochemical Properties and Antioxidant Capacities of Different Pomegranate Varieties (*Punica granatum* L.)  
Aslı Neslihan ÖZDEN, Bekir Erol AK, Mustafa ÖZDEN
- Bazı Zeytin Çeşidi Yapraklarındaki Flavanol Miktarına Ağaç Yaşı, Çeşit ve Sulamanın Etkisi** 177-184  
Effects of Tree Age, Cultivar and Irrigation on Flavanol Content of Some Olive Cultivar Leaves  
Hakan ÇETİNKAYA
- Bingöl İli Merkez İlçesi Yelesen ve Dikme Köyleri Meralarının Farklı Yöney ve Yükseltlerinde Yer Alan Bitki Türleri** 185-195  
Determination of Plant Species at Different Direction and Altitudes of Pastures of Yelesen and Dikme Villages in Bingöl  
Erdal ÇAÇAN, Mehmet BAŞBAĞ
- Harran Ovası Koşullarında Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Fenolojik Özelliklerin Belirlenmesi** 196-208  
Determination of Phenological Characteristics on Some Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Varieties under the Harran Plain Conditions  
Osman ÇOPUR, İbrahim Halil BİRGÜL
- Türkiye’de Aile Çiftçiliği, İşgücü Prodük tivitesi ve Sürdürülebilirlik** 209-218  
Family Farming In Turkey, Agricultural Labor Productivity and Sustainability  
Gülşen KESKİN, Gülzade KAPLAN, Hayati BAŞARAN

**Kilis Keçilerinin Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçüleri Üzerinde Cinsiyet Etkisinin Belirlenmesi** 219-226

Determination of Sex Effect on Body Weight and Some Body Measurements of Kilis Goat  
Adnan ÜNALAN, Ayhan CEYHAN

**Derleme Makaleleri / Review Articles**

**Bitki Biyoteknolojisi'nde MikroRNA Tabanlı İnterferans Uygulamaları** 227-238

MicroRNA-Based Interference Applications in Plant Biotechnology  
Fatma AYDINOĞLU, Gizem AKTUĞ

**Ambrosya Böcekleri (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae ve Platypodinae) ile Ambrosya Fungusları Arasındaki Simbiyotik İlişkiler** 239-246

The Symbiotic Relationships Between Ambrosia Beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) and Ambrosia Fungi  
Rahman KUSHİYEV, Onur AKER, Celal TUNCER

**İçme Sütü Üretiminde ESL (Extended Shelf Life) Teknolojisinin Kullanımı** 247-258

Application of ESL (Extended Shelf Life) Technology in Drinking Milk Production  
Naciye ÜNVER, Şerafettin ÇELİK



## ***Pleurotus ostreatus* Mantarının Cips Üretiminde Kullanımı**

**Nurcan DOĞAN<sup>1\*</sup>, Cemhan DOĞAN<sup>1</sup>, İbrahim HAYOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, YOZGAT

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, ŞANLIURFA

\*Sorumlu yazar: nurcan.dogan@bozok.edu.tr

### **Öz**

Bu çalışmada atıştırmalık ürün sektöründe önde gelen cipsin istiridye mantarı tozu ile zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Üretimde kullanılacak hammaddelerin oranları ve pişirme parametreleri Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) esas alınarak denenmiştir. Üretilen cips örneklerinin, fizikokimyasal (kuru madde, kül, protein, su aktivitesi, yağ) ve duyu analizleri sonuçlarına göre, mantar tozu oranı (MTO), kızartma süre ve sıcaklığı YYY ile optimize edilmiştir. Kızartılmış mantar cipsleri için optimum pişirme koşulları 180 °C, 155 sn ve %40 MTO olarak belirlenmiştir. Bu norm doğrultusunda kuru madde, kül, protein, su aktivitesi, yağ ve duyu analiz sonuçları sırası ile; %99.10, %3.25, %15.10, 0.10, %19.02 ve 5.39 olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İstiridye mantarı, *Pleurotus ostreatus*, Mantar tozu, Cips, Kızartma

## **Use of *Pleurotus ostreatus* Mushroom in Chips Production**

### **Abstract**

In this study, chips, a leading product in the snacks sector, enriched with mushroom powder were investigated. Experimental design was constructed on the basis of the ratios of ingredients used in the manufacture and cooking parameters including mushroom powder ratio, cooking time and temperature were optimized according to the results obtained in physicochemical and sensory analyses in the trial production using Response Surface Method (RSM). Optimum cooking conditions for mushroom chips were determined as 180 °C, 155 sec and 40% mushroom powder ratio. The dry matter, ash, protein, water activity, oil and the sensory evaluation results under optimal conditions were 99.10%, 3.25%, 15.10%, 0.10, 19.02% and 5.39 respectively.

**Key Words:** Oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, Mushroom powder, Chips, Frying

### **Giriş**

Toplumların yaşam tarzlarında olan değişimler, tüketime hazır atıştırmalık ürünlerin giderek artan oranda hayatımıza girmesine neden olmaktadır. Atıştırmalık gıdalar içerisinde cipsler önemli bir yer tutmaktadır. Ancak cipsler yağ ve nişasta oranı yüksek ve besleyici değeri düşük ürün olarak bilinirler (Mulsaney ve Hsieh, 1988). Geçtiğimiz yüzyılda, beslenme ve yeni gıda

ürünü geliştirmede öncelikli olarak görünüm açısından çekiciliğe önem verilmiş, beslenme değeri ise dikkate alınmamıştır. Buna bağlı olarak obezite ve beslenmeye bağlı hastalıkların görülme sıklığı gün geçtikçe artmaktadır. Hastalıklarının kontrol altına alınması için günlük diyetin, fonksiyonel özelliği olan gıda bileşenleri ile zenginleştirilmesi önem taşımaktadır. Son yıllarda tüketicilerin sağlık üzerine yararlı etkileri olduğu bilinen fonksiyonel gıda



ürünlerine eğilimleri, üreticileri bu kulvarda farklı gıda tasarımları yapmakta zorunlu kılmıştır. Ülkemizde kavak, kayın ve istiridye mantarı olarak bilinen *Pleurotus ostreatus* dünyada üretimi yapılan mantar türleri arasında ikinci sırada yer almaktadır (Öztürk ve Çopur, 2008). İstiridye mantarı yüksek besin değerinin yanı sıra tıbbi mantar (kolesterol düşürücü, antidiyabetik, antihipertansif) olarak da dikkat çekmektedir (Bobek ve ark., 1991; Schneider ve ark., 2011; Afrin ve ark., 2016). Mantar proteinleri bitkisel proteinlerden üstün olup, aminoasit kompozisyonundaki yakınlık dolayısıyla et, yumurta ve süt gibi hayvansal proteinlerle kıyaslanmaktadır. Mantar arjinin, aspartik asit, glutamik asit, treonin ve valin aminoasitleri açısından zengindir (Pesti, 2014). Mantar proteinleri etnik, dinsel-etik ve alerjik reaksiyonlar gibi nedenlerle protein ihtiyacını et ürünleri, balık, yumurta, süt gibi proteince zengin gıdalardan sağlayamayan bireyler için uygundur. Mantarın bileşimi ile ilgili dikkat çeken önemli hususlardan biri enerji içeriğinin düşük olması ve tokluk hissi vermesidir. Yapılan çalışmalarda et ve mantar diyetleri ile beslenen bireylerde genel tokluk hissi, yenilebilirlik ve lezzet gibi parametreler açısından fark görülmez iken, mantar diyeti ile beslenen deneklerin et diyetine kıyasla enerji alımı, kilo kaybı, bel çevresi yağ oranı, toplam vücut yağı, vücut-kitle indeksi, sistolik ve diastolik kan basıncı parametrelerinde önemli düzelmeler olduğu belirlenmiştir (Cheskin ve ark., 2008; Poddar ve ark., 2013). Mantarların taze ve işlenmiş ürünleri dünya çapında yoğun talep görmektedir. Beslenme özelliği açısından iyi derecede protein kaynağı olması yanında fizyolojik fonksiyonları düzenleyen organik bileşikler içermektedir (Sarangi ve ark., 2006). Mantar veya mantardan izole edilmiş biyoaktif bileşenlerin düzenli şekilde

tüketilmesinin sağlık açısından yararlı olacağı belirtilmektedir. Bu yüzden mantarlara fonksiyonel gıda gözüyle bakılmaktadır (Erbay ve Küçüköner, 2008). İstiridye mantarının üretim, beslenme özellikleri ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi (Poppe, 2000; Ragunathan ve Swaminathan, 2003) alanında çok sayıda çalışma yapılmış olup gıda işleme teknolojisi alanında yeterli çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, toz halindeki istiridye mantarını, cips hamuru formülasyonunda kullanmak ve kızartılmış cips üretmektir. Bunun yanı sıra cips tipi atıştırmalık ürünlerin çocuk ve gençlerin yoğun ölçüde tükettiği bir gıda ürünü olduğu düşünüldüğünde, bu ürüne mantar tozu ilavesi ile mevcut ciplere nazaran daha doğal ve besleyici değeri yüksek bir ürün ortaya çıkarılabileceği ve atıştırmalık ürünlerde önde gelen patates, mısır ve tahıl cipslerine alternatif olacağı düşünülmektedir.

## **Materyal ve Metot**

### *Materyal*

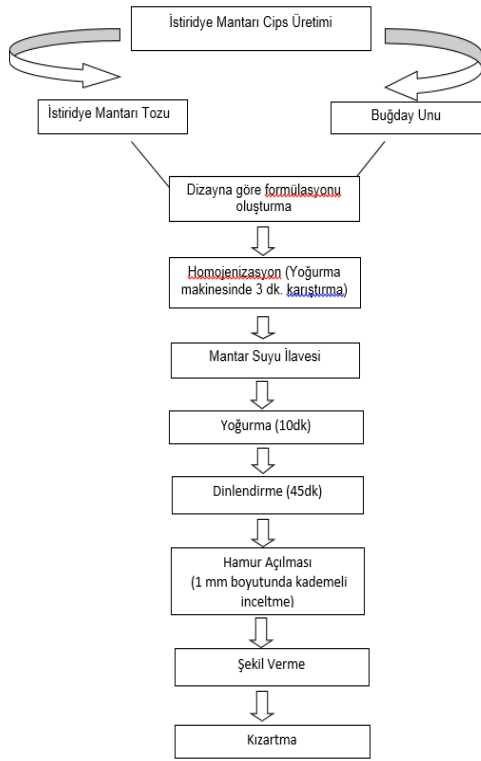
Cips hamuru formülasyonunda kullanılan İstiridye mantarı tozu (Doğan, 2015; Doğan, 2016)'de belirtildiği üzere üretilmiştir. Buğday unu ve kızartma yağı yerel firmalardan temin edilmiş olup su olarak mantarın kendi haşlama suyu kullanılmıştır.

### *Metot*

#### *Cips üretimi*

Cips hamurunun yapımında kullanılan mantar tozu oranı (MTO) ve pişirme parametreleri olan, kızartma süre ve sıcaklığı, Design Expert 7. istatistiksel paket programının Yanıt Yüzey Yöntemi altında ve merkezi kompozit tasarımı modeli esas alınarak belirlenmiştir. Kullanılan su miktarı literatür çalışmaları ve yapılan ön denemeler sonucunda mantar tozu için 1:1 oranında,

buğday unu için ise 1:0.6 olarak belirlenmiştir (Yüksel, 2014;Doğan, 2016). Uygun formülasyonlarda hazırlanan hammaddeler hamur yoğurma makinasında (Kitchen Aid, Professional 600 MI, USA) yoğrulduktan sonra 45 dk. dinlendirilmiştir. Dinlendirilen hamur, hamur açma makinesinde (Rondo, Doge SS0615, İsviçre) kademeli olarak 16 – 8 – 4 – 2 ve en son 1 mm kalınlıkta açılmış ve kenar uzunlukları 3-6 cm olan kalıpla şekil verilip yağ banyosu (Mikrotest, Türkiye) kullanılarak kızartılmıştır (Şekil 1.).



Şekil 1. Kızartılmış mantar cipsi üretim akış şeması

Figure 1. Process diagram for fried mushroom chips

#### Cips örneklerinde yapılan analizler:

##### Kuru madde analizi

Sabit tartıma getirilen kaplara cips örnekleri tartılmış ve 105±3 °C'ye ayarlı etüvde (Daihan, Korea) sabit tartıma (>3

saat) gelinceye kadar kurutulmuştur (AOAC, 2000).

##### Yağ analizi

Kızartılmış cips örneklerinin yağ içeriği, solvent ekstraksiyonu yöntemine göre saptanmıştır (Doğan, 2016).

##### Kül analizi

Ön yakma işlemine tabi tutulan örnekler kül fırınında yakma işlemi uygulanmıştır. Soğutulan örnekler sabit ağırlığa gelince tartım alınarak % kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

##### Protein miktarı tayini

Örneklerin protein analizi Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır (AOCS, 1999).

##### Su aktivitesi tayini

Örneklerin su aktivitesi değerleri otomatik su aktivitesi tayin cihazı (Aqualab Series 3T, ABD) kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 2000).

##### Duyusal analiz

Cips örneklerinin duyu analizi 10 kişilik bir panel grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistlerden örnekleri renk, tat ve gevreklik özellikleri açısından 7 ölçekli hedonik tip skala ile değerlendirmeleri istenmiştir. Daha sonra 3 özelliğe ait puanın aritmetik ortalaması alınarak genel beğeni puanı hesaplanmıştır.

##### Yanıt yüzey yöntemine göre deney tasarımlarının oluşturulması

Kızartılmış cips örnekleri için; MTO, kızartma süre ve sıcaklığı faktör olarak seçilerek, 3 faktör 5 seviye merkezi kompozit tasarımı deneme tasarımı oluşturulmuştur (Çizelge 1.). Denemeler sistematik hataları minimize edebilmek için gelişmiş sıralama ile gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Kızartılmış istiridye mantarı cips için 3 faktör-5 seviye merkezi kompozit tasarımı  
Table 1. 3 factor – 5 level central composite design for fried mushroom chips

Deneme no Test no	Deneme sırası Test order	Kızartma sıcaklığı(°C) Frying temperature(°C)	Kızartma süresi (Sn) Frying time(sec)	Mantar oranı (%) Mushroom ratio(%)
1	18	150	50	20
2	15	180	50	20
3	16	150	180	20
4	19	180	180	20
5	20	150	50	40
6	12	180	50	40
7	3	150	180	40
8	11	180	180	40
9	8	139.77	115	30
10	13	190.23	115	30
11	6	165	5.68	30
12	17	165	224.32	30
13	7	165	115	13.18
14	9	165	115	46.82
15	10	165	115	30
16	2	165	115	30
17	1	165	115	30
18	5	165	115	30
19	4	165	115	30
20	14	165	115	30

Not: 9. ve 10. deneme noktalarındaki kızartma sıcaklıkları ve 11. ve 12. deneme noktalarındaki kızartma süreleri teknik olarak uygulanamayacağından, 9. deneme noktasındaki kızartma sıcaklığı olan 139.77 °C, 140 °C olarak; 10. deneme noktasındaki 190.23 °C'de 190 °C olarak, 11. deneme noktasındaki 5.68 sn olan kızartma süresi 6 sn, 12. deneme noktasındaki 224.32 sn olan kızartma süresi 224 sn olarak uygulanmıştır.

### İstatistik analiz ve optimizasyon

Ürünlerin optimizasyonu Design Expert yazılımının numerik optimizasyon yöntemine göre yapılmıştır (Myers ve Montgomery, 2002). Deneme tasarımlarından elde edilen verilerin regresyon ve varyans analizleri ile optimizasyon işlemi Design Expert (Versiyon:7.0, StatEase, ABD) paket programının merkezi kompozit tasarımı modeli esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Örnek ortalama karşılaştırmaları SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

#### Fizikokimyasal Analizler

Kızartılmış istiridye mantarı tozu katkılı cips üretiminde paket programın verdiği deneme noktalarına göre üretimler yapılmış olup örneklere ait bazı fizikokimyasal özellikler ve genel beğeni Çizelge 2. de verilmiştir. Uygulanan MTO, kızartma sıcaklığı ve süresinin yanıt yüzey yöntemi ile yapılan deneme desenine göre elde edilen cips örneklerinin kuru madde, kül, protein,  $a_w$  ve yağ miktarı üzerine etkisini ortaya koyan polinom denklemler verilmiştir (Çizelge 3.).

Çizelge 2. Kızartılmış istiridye mantarı tozu katkılı cips örneklerine ait bazı fizikokimyasal ve duyuusal analiz sonuçları

Table 2. Some physicochemical and sensory analysis results of fried chips with oyster mushroom powder<sup>ϕ</sup>

Deneme no Test no	Kızartma sıcaklığı Frying temperature (°C)	Kızartma süresi frying time (s)	Mantar Oranı Mushroom ratio (%)	Kuru madde Dry matter (%)	Kül* Ash (%)	Protein* (%)	a <sub>w</sub>	Yağ* Fat (%)	Genel beğeni Overall appreciation
1	150	50	20	97.14 ±1.48 <sup>b</sup>	1.75 ±0.28 <sup>gh</sup>	11.85 ±1.22 <sup>gh</sup>	0.19 ±0.03 <sup>b</sup>	21.18 ±0.28 <sup>bcd</sup>	5.35 ±0.14 <sup>bcd</sup>
2	180	50	20	98.10 ±1.16 <sup>ab</sup>	1.96 ±0.11 <sup>efh</sup>	12.92 ±0.72 <sup>efgh</sup>	0.14 ±0.16 <sup>b</sup>	20.15 ±0.51 <sup>cdef</sup>	6.10 ±0.30 <sup>ab</sup>
3	150	180	20	97.60 ±0.89 <sup>ab</sup>	1.89 ±0.28 <sup>gh</sup>	12.65 ±0.47 <sup>efgh</sup>	0.17 ±0.00 <sup>b</sup>	23.43 ±0.26 <sup>a</sup>	6.10 ±0.91 <sup>ab</sup>
4	180	180	20	98.50 ±1.94 <sup>ab</sup>	2.15 ±0.06 <sup>efg</sup>	13.29 ±0.30 <sup>defg</sup>	0.12 ±0.01 <sup>b</sup>	21.10 ±1.71 <sup>bcd</sup>	5.89 ±0.13 <sup>abc</sup>
5	150	50	40	98.10 ±1.51 <sup>ab</sup>	3.08 ±0.04 <sup>abc</sup>	14.42 ±0.18 <sup>bcd</sup>	0.11 ±0.01 <sup>b</sup>	19.80 ±1.15 <sup>defg</sup>	4.00 ±0.21 <sup>ef</sup>
6	180	50	40	98.71 ±0.21 <sup>ab</sup>	3.25 ±0.54 <sup>ab</sup>	15.91 ±0.20 <sup>ab</sup>	0.10 ±0.01 <sup>b</sup>	17.19 ±0.37 <sup>hij</sup>	4.15 ±0.14 <sup>ef</sup>
7	150	180	40	99.50 ±0.42 <sup>ab</sup>	3.00 ±0.16 <sup>bcd</sup>	15.99 ±0.74 <sup>ab</sup>	0.12 ±0.00 <sup>b</sup>	21.02 ±1.34 <sup>bcd</sup>	4.20 ±0.95 <sup>ef</sup>
8	180	180	40	99.86 ±0.04 <sup>a</sup>	3.32 ±0.06 <sup>ab</sup>	16.58 ±0.69 <sup>a</sup>	0.10 ±0.01 <sup>b</sup>	19.26 ±0.18 <sup>defgh</sup>	4.75 ±0.62 <sup>de</sup>
9	139.77	115	30	97.35 ±1.70 <sup>ab</sup>	2.40 ±0.07 <sup>ef</sup>	13.50 ±1.44 <sup>cdefg</sup>	0.18 ±0.06 <sup>b</sup>	20.48 ±0.00 <sup>bcd</sup>	3.55 ±0.07 <sup>f</sup>
10	190.23	115	30	99.48± 0.10 <sup>ab</sup>	2.56 ±0.13 <sup>de</sup>	14.90 ±1.27 <sup>abcd</sup>	0.11 ±0.01 <sup>b</sup>	17.82 ±0.34 <sup>ghi</sup>	5.45 ±0.06 <sup>bcd</sup>
11	165	5.68	30	93.33 ±0.17 <sup>ab</sup>	1.90 ±0.11 <sup>gh</sup>	12.50 ±0.72 <sup>fgh</sup>	0.51 ±0.37 <sup>a</sup>	15.50 ±1.00 <sup>j</sup>	2.50 ±0.27 <sup>g</sup>
12	165	224.32	30	98.95 ±0.76 <sup>ab</sup>	2.63 ±0.11 <sup>cde</sup>	15.10 ±0.49 <sup>abc</sup>	0.12 ±0.02 <sup>b</sup>	22.11 ±0.47 <sup>abc</sup>	5.85 ±0.01 <sup>abc</sup>
13	165	115	13.18	97.50 ±0.71 <sup>ab</sup>	1.51 ±0.08 <sup>h</sup>	11.45 ±0.48 <sup>h</sup>	0.20 ±0.02 <sup>b</sup>	22.50 ±0.68 <sup>ab</sup>	6.31 ±0.18 <sup>a</sup>
14	165	115	46.82	99.86 ±0.16 <sup>a</sup>	3.49 ±0.21 <sup>a</sup>	15.25 ±0.28 <sup>abc</sup>	0.09 ±0.03 <sup>b</sup>	16.30 ±1.15 <sup>ij</sup>	3.50 ±0.23 <sup>f</sup>
15	165	115	30	98.25 ±0.55 <sup>ab</sup>	2.50 ±0.21 <sup>e</sup>	14.10 ±0.79 <sup>cdef</sup>	0.14 ±0.03 <sup>b</sup>	17.83 ±0.68 <sup>ghi</sup>	5.13 ±0.13 <sup>cd</sup>
16	165	115	30	98.19 ±0.82 <sup>ab</sup>	2.45 ±0.41 <sup>e</sup>	13.90 ±1.02 <sup>cdef</sup>	0.14 ±0.02 <sup>b</sup>	19.70 ±1.60 <sup>defg</sup>	5.17 ±0.25 <sup>cd</sup>
17	165	115	30	98.51 ±1.36 <sup>ab</sup>	2.54 ±0.01 <sup>d</sup>	13.65 ±0.58 <sup>cdefg</sup>	0.14 ±0.02 <sup>b</sup>	17.83 ±1.34 <sup>ghi</sup>	5.30 ±0.18 <sup>bcd</sup>
18	165	115	30	98.61 ±1.23 <sup>ab</sup>	2.39 ±0.03 <sup>ef</sup>	13.10 ±0.58 <sup>efgh</sup>	0.14 ±0.02 <sup>b</sup>	18.20 ±0.86 <sup>fghi</sup>	5.05 ±0.10 <sup>cd</sup>
19	165	115	30	98.38 ±0.89 <sup>ab</sup>	2.55 ±0.06 <sup>de</sup>	12.99 ±0.82 <sup>efgh</sup>	0.14 ±0.00 <sup>b</sup>	19.48 ±0.92 <sup>defg</sup>	5.35 ±0.08 <sup>bcd</sup>
20	165	115	30	98.41 ±1.24 <sup>ab</sup>	2.40 ±0.23 <sup>ef</sup>	12.95 ±0.48 <sup>efgh</sup>	0.13 ±0.03 <sup>b</sup>	18.30 ±0.55 <sup>efgh</sup>	5.48 ±0.10 <sup>abcd</sup>

Her bir sütündeki farklı harfler örneklerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p&lt;0.05)

\* % Kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Kızartılmış istiridye mantarı cipsinin bazı bileşim özelliklerinin matematiksel modellemesi

Table 3. Mathematical modeling of some compositional properties of fried oyster mushroom chips

Bileşim Özellikleri <i>Composition Properties</i>	Model	R <sup>2</sup>
Kuru madde (%) Dry matter (%)	$90.19+0.06X_1-9.75E-003X_2-0.01X_3+8.85E-005X_1X_2+1.33E-004X_2X_3-1.077E-004X_1^2-1.58E-005X_2^2+6.94E-004X_3^2$	0.95
Kül Ash	$3.92-0.04X_1+1.86E-003X_2+0.041X_3+2.56E-005X_1X_2+1.67E-005X_1X_3-6.54E-005X_2X_3+1.43E-004X_1^2-1.04E-005X_2^2+3.92E-004X_3^2$	0.96
Protein (%)	$45.80-0.47X_1+0.02X_2+0.03X_3-1.70E-004X_1X_2+3.08E-004X_1X_3+2.06E-004X_2X_3+1.55E-003X_1^2+4.93E-005X_2^2+4.91E-004X_3^2$	0.93
a <sub>w</sub>	$0.85-4.65E-003X_1+3.20E-004X_2-0.01X_3-1.28E-006X_1X_2+5.83E-005X_1X_3+8.46E-006X_2X_3+5.58E-006X_1^2-1.75E-006X_2^2-3.35E-006X_3^2$	0.96
Yağ Fat (%)	$68.61-0.46X_1-0.03X_2-0.23X_3-5.77E-005X_1X_2-8.42E-004X_1X_3+1.73E-005X_2X_3+1.32E-003X_1^2+2.37E-004X_2^2+3.85E-003X_3^2$	0.90

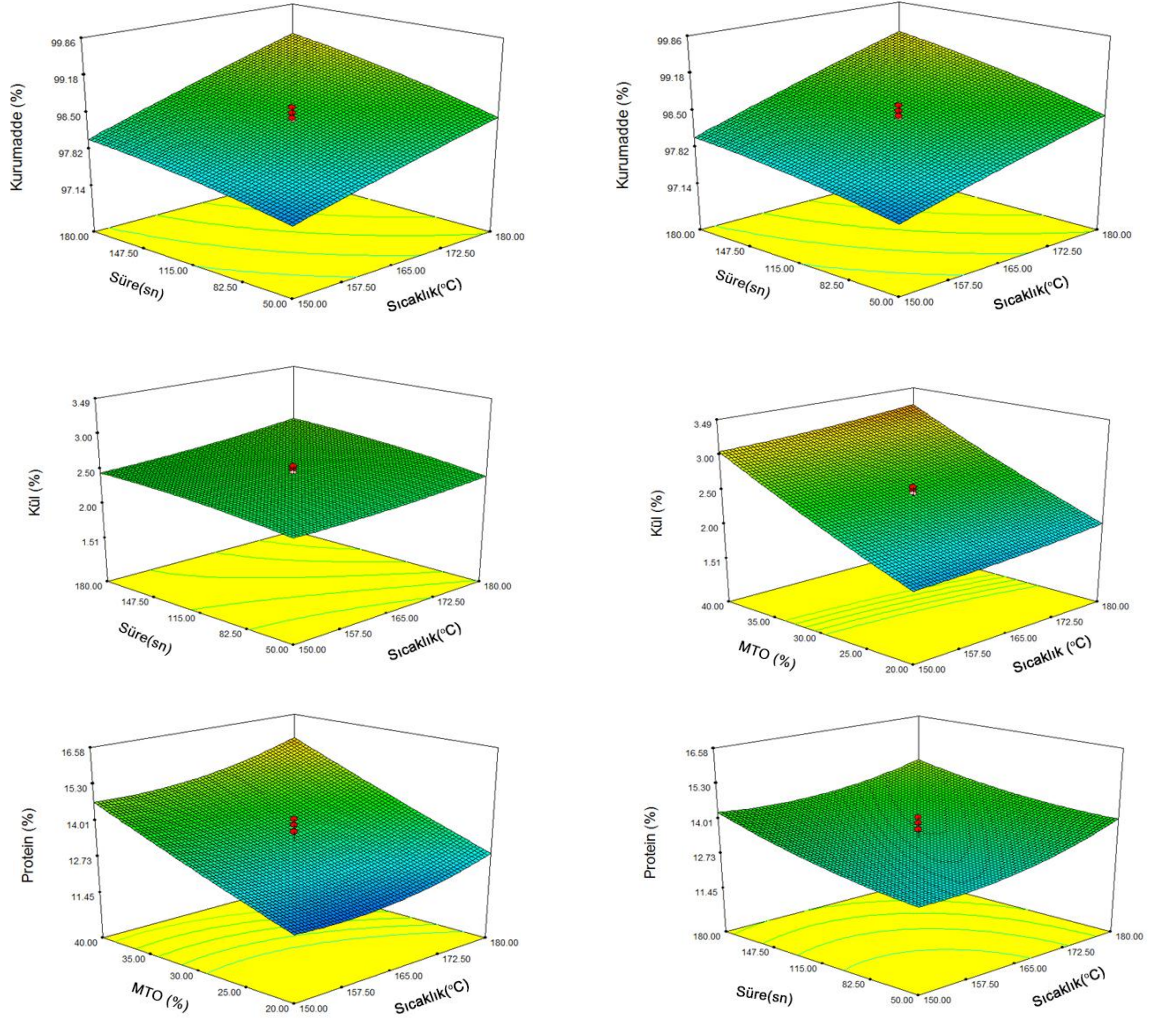
X<sub>1</sub>: Sıcaklık, X<sub>2</sub>: Süre, X<sub>3</sub>: Mantar tozu oranı (MTO), R<sup>2</sup>: Regresyon katsayısı

Kızartılmış cips örneklerinde kuru madde, kül ve protein miktarı sıcaklık, süre ve MTO'ya bağlı olarak artmıştır (p<0.05) (Şekil 2.). Cips gibi çerez gıdalar yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında buharlaşmaya bağlı olarak nem içeriğinin düşük olması çalışma sonucunu desteklemektedir (Cankurtaran, 2008; Yüksel, 2014). Kızartılmış cips örneklerinin kül miktarının sade buğday cipsinden (Yüksel, 2014). yüksek çıkmasının ve MTO'ya bağlı olarak artmasının nedeni mantarın mineral madde açısından son derece zengin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Mantar cipsinde de en fazla proteinin %40 MTO katkılı cipslerde olması, protein değeri yüksek olan besin bileşenlerinin formülasyona ilavesinin son ürünlerdeki protein değerini arttıracaklarını göstermesi (Iwe, 2000; Martinez-Flores ve ark., 2005), açısından eklenen bir durumdur.

Kızartılmış cips örneklerine ait a<sub>w</sub> değeri sıcaklık ve MTO'nun artışına bağlı olarak

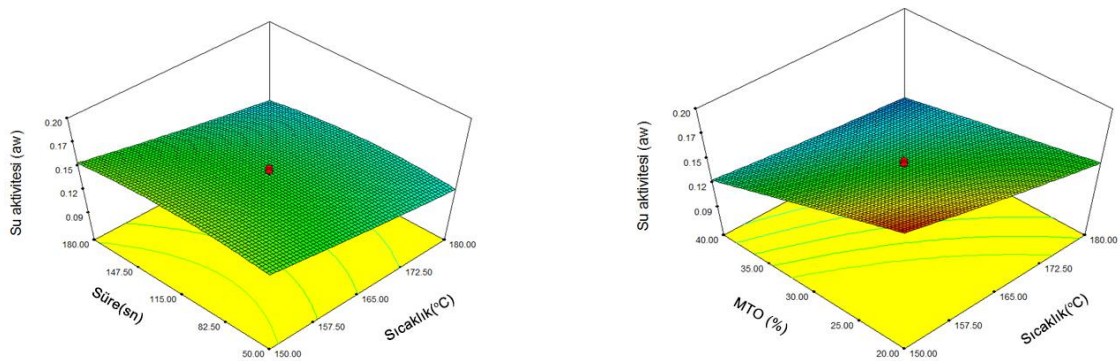
azalırken (p<0.05), kızartma süresi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05) (Şekil 3.). Örneklerin su aktivitesi değerlerinin düşük çıkması derin yağda kızartma işlemi esnasında örneklerin nem içeriklerinin azalması ile açıklanabilir (Konopacka ve ark., 2002). Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre kızartılmış cips düşük nemli gıdalar sınıfına girmektedir (Aguilera ve Arias, 1992).

Kızartılmış mantar cipslerinde yağ miktarı, kızartma sıcaklığı ve MTO artışına bağlı olarak azalırken, kızartma süresi arttıkça artmıştır (p<0.05) (Şekil 4.). Gıdalar kızgın yağda daldırıldıklarında üründeki su buharlaşmakta ve oluşan porlardan yağ içeri emilmektedir. Kızartma sıcaklığına bağlı olarak kızartmanın ilk 20-30 saniyesinden sonra gıdadaki nem kaybının azalmasına paralel olarak yağ emilimi de azalmaktadır. Bu mekanizmaya göre kızartma sıcaklığı yükseldikçe yağ emilim miktarı düşmektedir (Mellema, 2003).



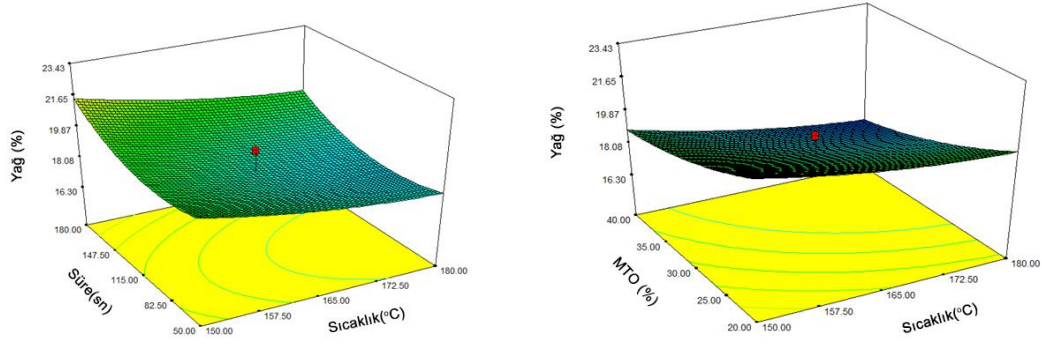
Şekil 2. Kızartılmış cips örneklerine ait kuru madde, kül ve protein miktarı üç boyutlu gösterimleri

Figure 2. Three-dimensional representation of dry matter, ash and protein content for fried chips samples



Şekil 3. Kızartılmış cips örneklerinin  $a_w$  değerlerinin üç boyutlu gösterimleri

Figure 3. Three-dimensional representation of  $a_w$  for fried chips samples

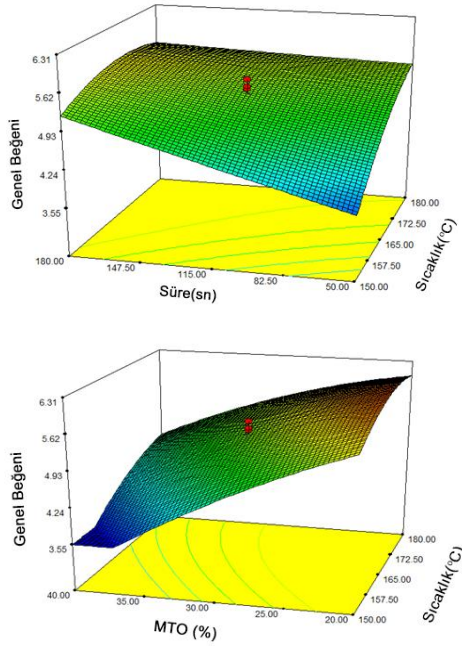


Şekil 4. Kızartılmış cips örneklerinin % yağ miktarlarının üç boyutlu gösterimleri  
Figure 4 Three-dimensional representation of % fat amount for fried chips samples

#### Duyusal Analiz

Genel beğeni için RSM’de regresyon analizleri yapılmış olup, uygun modele ait 2. dereceden (kuadratik) denklem aşağıda verilmiştir.

$$Y = -25.59 + 0.38X_1 + 0.04X_2 - 0.31X_3 - 3.14E-004X_1X_2 + 1.71E-004X_1X_3 + 4.14E-004X_2X_3 - 1.11E-003X_1^2 + 2.23E-005X_2^2 - 1.99E-003X_3^2$$



Şekil 5. Kızartılmış cips örneklerinin duysal analiz değerlendirmesine ait üç boyutlu gösterimleri  
Figure 5. Three-dimensional representation of sensory analysis evaluation for fried chips samples

Üç boyutlu gösterimlerden de anlaşılacağı üzere sıcaklık ve sürenin artması genel beğeni arttırırken, MTO’nun artması genel beğeni azaltmıştır (p<0.05) (Şekil 5.).

#### Optimizasyon

Cipslerin fizikokimyasal ve duysal değerlendirmesinden Desing Expert (Versiyon:7.0, StatEase, ABD) yazılımı kullanılarak kızartılmış cips için optimizasyonun kriterleri, bağımsız değişkenlerden kızartma sıcaklığı ve süresi deneme noktalarındaki değerler aralığında, MTO maksimum amaçla girilmiştir. Bağımlı değişkenlerden protein, genel beğeni maksimum amaçla, yağ ve su aktivitesi minimum amaçla, kuru madde ve kül değerleri ise tüm deneme dizaynları sonuçları için bulunan değerler aralığında olarak belirlenmiştir. Optimizasyon sonucunda 180 °C, 154.77 sn kızartılan %40 MTO katkılı cips örnekleri 0.841 arzu edilirlikte optimum norm olarak belirlenmiştir. RSM de elde edilen modelin güvenilirliğinin tespiti için, optimum noktada elde edilen model verileri deneysel veriler ile karşılaştırılmıştır. Model verileri; kurumadde, kül, protein, aw, yağ ve genel beğeni için sırası ile %99.86, %3.28, %16.10, 0.10, %17.61 ve 4.72 olarak belirlenmiştir. Optimum noktada elde edilen deneysel veriler ise; %99.10, %3.25, %15.10, 0.10, %19.02 ve 5.39 olarak belirlenmiştir. Sayısal

verilere bakıldığında model veriler ile deneysel verilerin son derece yakın olduğu görülmektedir. Optimum noktada kabul edilebilirliğin 0.841 olması ve model veriler ile deneysel verilerin yakın sonuçlar vermesi seçtiğimiz modelin uyumluluğunu ve optimizasyon işleminin güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

### Sonuçlar

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar mantar tozu katkılı cips örneklerinin, fizikokimyasal ve duyu özellikleri açısından kabul edilebilir bir ürün olduğunu göstermektedir. Son yıllarda hastalıkların çoğalması ve bu hastalıkların yediklerimiz ile ilişkilendirilmesi, insanların sağlık konusunda gıdalarına daha fazla önem vermelerine neden olmuştur. Bilinçli tüketiciler hastalıktan önce sağlık önlemlerinin alınmasında kimyasal içerikli takviyeler yerine, doğal ürünlere yönelmeleri ile birlikte, zenginleştirilmiş gıda ürünlerine ilgi göstermektedir. Özellikle çağımızda çeşitli sosyokültürel etmenler insanların atıştırmalık ürünlere olan ilgisinin artmasına neden olmuştur. Zaten hali hazırda tüketim potansiyeli olan bu sektördeki ürünlerin doğal besin bileşenleri ile zenginleştirmenin üretici ve tüketiciler için olumlu sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir. Ülkemizde zenginleştirilmiş atıştırmalık ürün sektöründe açık olduğu düşünülmekte olup bu konuda yapılacak bilimsel ve endüstriyel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

### Ekler

Bu araştırma makalesi HÜBAK 14044 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Değerli destekleri için HÜBAK birimine teşekkür ederiz. Ayrıca *pleurotus ostreatus* miselini

temin eden Sylan Tarım Ürünleri San ve Tic. Ltd. Şti.'ye teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Afrin, S., Rakib, M. A., Kim, B. H., Kim, J. O., Ha, Y. L., 2016. Eritadenine from Edible Mushrooms Inhibits Activity of Angiotensin Converting Enzyme in Vitro. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(11): 2263-2268.
- Aguilera, J. M., Arias, E. P., 1992. CYTED-D AHI: An Ibero American Project on Intermediate Moisture Foods and Combined Methods Technology. *International Foods Research*, 25: 159-165.
- AOCS., 1999. Recommended Method of Analysis, AOCS, USA.
- AOAC., 2000. Official methods of analysis (17th ed.). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Bobek, P., Ginler, E., Jurčovičová, M., Kuniak, L., 1991. Cholesterol-lowering Effect of The Mushroom *Pleurotus ostreatus* in Hereditary Hypercholesterolemia Rats. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 35(4): 191-195.
- Cankurtaran, M., 2008. Kızartılmış Buğday Cipsi Üretimi ve Elde Edilen Buğday Cipslerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 74 s.
- Cheskin, L. J., Davis, L. M., Lipsky, L. M., Mitola, A. H., Lycan, T., Mitchell, V., Mickle, B., Adkins, E., 2008. Lack of Energy Compensation Over 4 Days When White Button Mushrooms are Substituted for Beef. *Appetite*, 51(1): 50-57.
- Doğan, N., 2015. *Pleurotus ostreatus*'tan Mantar Tozu Üretiminde Kurutma İşleminin Yanıt Yüzey Yöntemi Kullanılarak Optimizasyonu. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9): 433-437, 2015.
- Doğan, N., 2016. İstiridye Mantarından (*Pleurotus ostreatus*) Mantar Tozu ve Cips Üretiminin Optimizasyonu. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, Ankara, 300s. (Yayınlanmamış).
- Erbay, B., E. Küçüköner, 2008. Mantarın Besin Değeri ve Tüketim Şekilleri. Türkiye 8. Yemeklik Mantar Kongresi Bildirisi, , 15-17 Ekim 2008, 181s. Kocaeli.



- Iwe, M. O., 2000. Effects of Extrusion Cooking on Some Functional Properties of Soy-Sweet potato Mixtures – A Response Surface Analysis. *Plant Foods for Human Nutrition*, 169-184.
- Konopacka, D., Plochanski, W., Beveridge, T., 2002. Water Sorption and Crispness of Fat-Free Apple Chips. *Journal of Food Science*, 67: 87-92.
- Martinez-Flores, H. E., Cruz, M. C., Larios, S. A., Jimenez, G. E., Figueroa, J. D. C., 2005. Sensorial and Biological Evaluation of an Extruded Product Made From Corn Supplemented with Soybean and Safflower Pastes. *International Journal of Food Science and Technology*, 40: 517-524.
- Mellema, M., 2003. Mechanism and Reduction of Fat Uptake in Deep-Fat Fried Foods, *Trends in Food Sci. Technol.*, 14: 364-373.
- Mulsaney, S. J., Hsieh, F. H., 1988. Process Control for Extrusion Processing, *Cereal Food World*, 33, 971.
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., 2002. Response Surface Methodology. Process and Product Optimization Using Design Experiments., *A Wiley Inter-Science Publication*, 792 p.
- Öztürk, A., Çopur, Ö. U., 2008. Mantar Bileşenlerinin Teröpatik Etkileri. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma. *Bahçe Dergisi* 37 (2): 11-17.Yalova.
- Pesti, G., 2014. Mushrooms Cultivation, Antioxidant Properties and Health Benefits: Nova Publishers.
- Poddar, K. H., Ames, M., Hsin-Jen, C., Feeney, M. J., Wang, Y., Cheskin, L. J., 2013. Positive Effect of Mushrooms Substituted for Meat on Body Weight, Body Composition, and Health Parameters. A 1-Year Randomized Clinical Trial. *Appetite*, 71: 379-387.
- Poppe, J., 2000. Use of Agricultural Waste Materials in the Cultivation of Mushrooms. Proceedings of The 15 th International Congress on The Science and Cultivation of Edible Fungi, 3-23 pp. Netherlands.
- Ragunathan, R., Swaminathan, K., 2003. Nutritional Status of *Pleurotus spp.* Grown on Various Agro-Wastes. *Food Chemistry*, 80: 371–375.
- Sarangı, I., Ghosh, D., Bhutia, S.K., Mallick, S.K., Maiti, T.K., 2006. Anti-tumor and Immunomodulating Effects of *Pleurotus ostreatus* Mycelia- Derived Proteoglycans. *International Immunopharmacology*, 6: 1287-1297.
- Schneider, I., Kressel, G., Meyer, A., Krings, U., Berger, R. G., Hahn, A., 2011. Lipid Lowering Effects of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) in Humans. *Journal of Functional Foods*, 3(1): 17-24.
- Yüksel, F., 2014. Bayat Ekmeğın Kızartılmış Buğday ve Mısır Cipsinde Kullanımı. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği, Doktora tezi, 173s.



## Optimization of Microwave-assisted Extraction of Phenolics from Organic Strawberry Using Response Surface Methodology

Aysel ELİK<sup>1\*</sup>, Derya KOÇAK YANIK<sup>1</sup>, Fahrettin GÖĞÜŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Gaziantep, Engineering Faculty, Gaziantep, Turkey  
\*Corresponding author: aelik@gantep.edu.tr

### Abstract

The effects of microwave- assisted extraction (MAE) were investigated on extraction of phenolic compounds from strawberry fruit. Response surface methodology (RSM) was used to optimize the extraction conditions. A face-centered central composite design (FCCCD) was employed to determine the effects of independent variables such as microwave power (100-300 W), extraction time (2-16 min) and solvent to sample ratio (5:1-25:1 mL g<sup>-1</sup>) on the extraction yield and total phenolic content (TPC). Optimized conditions were determined as 265 W of microwave power, 2 min of extraction time and 24:1 mL g<sup>-1</sup> of solvent to sample ratio. The maximum predicted extraction yield and TPC under the optimum conditions were 8.23 % and 19.65 mg GAE g<sup>-1</sup> dry strawberry, respectively. Total anthocyanin content (TAC), DPPH-EC<sub>50</sub> and FRAP values of extracts produced at optimum conditions were determined as 2.3 mg Cyn-3-glu g<sup>-1</sup> dry strawberry, 1.67 mg dry strawberry mL<sup>-1</sup> and 197.83 µmoles TE g<sup>-1</sup> dry strawberry, respectively.

**Key Words:** Microwave-assisted extraction, Strawberry, Phenolics, Response surface methodology

### Yanıt Yüzey Metodolojisi Kullanılarak Organik Çilekten Mikrodalga Destekli Fenolik Ekstraksiyonunun Optimizasyonu

#### Öz

Çilek meyvesinden fenolik maddelerin ekstraksiyonu üzerine mikrodalga destekli ekstraksiyonun etkisi çalışılmıştır. Ekstraksiyon koşullarını optimize edebilmek için yanıt yüzey metodolojisi kullanılmıştır. Yüz-merkezli merkezi kompozit tasarım (FCCCD), mikrodalga gücü (100-300 W), ekstraksiyon süresi (2-16 dk) ve çözügen numune oranı (5:1-25:1 mL g<sup>-1</sup>) gibi bağımsız değişkenlerin ekstraksiyon verimi ve toplam fenolik içeriği (TPC) üzerine etkilerini belirlemek için kullanılmıştır. Optimize edilmiş koşullar; 265 W mikrodalga gücü, 2 dk ekstraksiyon süresi ve 24:1 mL g<sup>-1</sup> çözügen numune oranı olarak belirlenmiştir. Optimum koşullar altında, tahmin edilen maksimum ekstraksiyon verimi ve TPC sırasıyla % 8.23 ve 19.65 mg GAE g<sup>-1</sup> kuru çilek'tir. Optimum şartlarda üretilen ekstraktların, toplam antosiyanin içeriği (TAC), DPPH-EC<sub>50</sub> ve FRAP değerleri sırasıyla 2.3 mg Cyn-3-glu g<sup>-1</sup> kuru çilek, 1.67 mg kuru çilek mL<sup>-1</sup> ve 197.83 µmol TE g<sup>-1</sup> kuru çilek olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mikrodalga destekli ekstraksiyon, Çilek, Fenolikler, Yanıt yüzey metodolojisi

#### Introduction

Strawberry belongs to the Rosaceae family, the genus *Fragaria* (Sargent et al., 2007) and is one of fruit with high demand both in Turkey and worldwide. Strawberry

grows wildly in especially Mediterranean region of Turkey (Kafkas et al., 2007). According to data of Food and Agriculture Organization (FAO), Turkey with 376 070 tonnes is one of the biggest strawberry

producers around the world (FAOSTAT, 2014).

Strawberry fruit contains high amount of phytochemicals, most of which are phenolic compounds. Phenolics have one or more aromatic rings with hydroxyl groups (Paredes-Lopez et al., 2010). They are secondary plant metabolites and are made up of several classes of compounds including flavonoids such as anthocyanins, catechins and flavonols, phenolic acids, tannins and stilbenes. These phenolics present beneficial effects in human health and prevent chronic diseases (Ljevar et al., 2016). Strawberries have a great antioxidant capacity due to including phenolics such as anthocyanins (Ayala-Zavala et al., 2007; Hornedo-Ortega et al., 2016). In addition, phenolics have also been found effective in other biological mechanisms such as anti-inflammation action (Zhang and Tsao, 2016), cancer enzyme inhibition (Huang et al., 2009), antimutagenic activity (Nile and Park, 2014), antimicrobial activity (Nohynek et al., 2006), neuroprotective property (Fortalezas et al., 2010), nitric oxide production inhibition (Del Rio et al., 2010) and chemoprotective enzyme inducement (Yang and Liu, 2009).

The increasing interest in bioactive components is accompanied by a requirement to investigate new extraction techniques that can be more effective. Traditional techniques such as soxhlet, maceration and solvent extraction are used for extraction of valuable compounds from plant materials for many years (Carniel et al., 2016). However, classical extraction methods are time consuming, require large volumes of solvent. Moreover, they often generate heat, consequently lead to degradation of thermolabile compounds. Therefore, faster and efficient extraction techniques are being explored such as accelerated solvent

extraction (ASE), ultrasound-assisted extraction (UAE), supercritical-fluid extraction (SFE), extraction with supercritical or subcritical water and microwave-assisted extraction (MAE) (Bai et al., 2007; Garcia-Salas et al., 2010; Azmir et al., 2013).

MAE is an extraction technique that use microwave irradiation to generate heat, causing a cell disruption which makes extraction of a target compound from materials easier (Chan et al., 2011). MAE has many advantages over more traditional extraction methods, including considerably reduced extraction time and solvent usage, better extraction yield and suitable for heat-sensitive constituents. Additionally, the uniform nature of microwave radiation aids in the repeatability and reproducibility of extractions (Kaufmann and Christen, 2002; Mandal et al., 2007). MAE is gaining interest due to advantages mentioned above but any study regarding MAE of phenolic compounds from strawberry has not been reported yet.

Main objectives of the present study were to evaluate the influences of extraction variables (microwave power, extraction time and solvent to sample ratio) on the extraction yield and total phenolic content (TPC) and to apply the response surface methodology (RSM) approach to optimize the extraction variables for phenolic extraction from strawberry.

## Material and Methods

### *Fruits and reagents*

Organic strawberries (*Fragaria ananassa* Duch., family *Rosaceae*) were purchased from an organic farm, Bursa, Turkey. Strawberries were stored in freezer at -20 °C until processing.

Ethanol, citric acid, folin-ciocalteu's phenol reagent, sodium carbonate (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), gallic acid, sodium acetate trihydrate

(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub>•3H<sub>2</sub>O), 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), potassium chloride (KCl), Iron(III) chloride hexahydrate (FeCl<sub>3</sub>•6H<sub>2</sub>O), concentrated HCl and trolox were purchased from Sigma- Aldrich. 2,4,6-tripyridyls-triazine (TPTZ) was purchased from Fluka. All other reagents and solvents used were of analytical or chromatographic grade.

#### *MAE procedure*

MAE was carried out on an open-vessel microwave system (CEM Corporation, USA, 3100 Smith Farm Road, Matthews, NC 28105-5044). Ethanol was used as extraction solvent since ethanol has low toxicity and high efficiency for phenolic extraction (Wu et al., 2012). Total volume was kept constant at 72 mL. Strawberries were crushed by using Waring blender (HGB150, USA). Crushed strawberries were mixed with ethanol and extracted using different power, extraction time and solvent to sample ratio according to experimental design conditions. After extraction process, the mixture was centrifuged at 6000 rpm at 25 °C for 10 min and supernatants were recovered. Solvent was evaporated using the rotary vacuum evaporator (Model VV 2000, Heidolph, Germany) and extracts were stored at -18 °C until the analyses were performed. The extraction yield was calculated by using following Equation (1).

$$\text{Extraction yield (\%)} = \left( \frac{\text{g extract}}{\text{g strawberry}} \right) \times 100 \quad (1)$$

#### *Determination of moisture content*

3-5 g of strawberry were weighed on aluminum tray and put in a drying oven at 105 °C until achieving constant weight. The dried strawberries were weighed again and the dried matter that remained was determined. All measurements were done in

triplicate and the average values were determined.

#### *Total phenolic content (TPC) by Folin-Ciocalteu's assay*

The Folin-Ciocalteu method adapted from Singleton et al. (1999) was used to determine total phenolic compound of samples. TPC values were expressed as gallic acid equivalents (GAE) in mg per g of dry strawberry. All measurements were done in triplicate and the average values were determined.

#### *Total anthocyanin content (TAC) by pH-differential method*

Anthocyanins content of samples was determined by the pH-differential method (Lee et al., 2005). Total anthocyanins of samples were expressed as the amount of cyanidin-3-glucoside equivalents with unit of mg per g dry strawberry. All measurements were done in triplicate and the average values were determined.

#### *DPPH-scavenging activity assay*

The DPPH radical scavenging activity of samples was measured according to procedure described by Brand-Williams et al. (1995). The results were expressed as a DPPH free radical scavenging activity EC<sub>50</sub> value, which reflects 50% depletion of the free radical. DPPH tests were done in triplicate and the average values were determined.

#### *Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay*

The total antioxidant potential of strawberry fruit and extract was determined using a modification FRAP assay of Benzie and Strain (1996). Results were expressed as trolox equivalents (TE) in μmoles per g of dry

strawberry. All measurements were done in triplicate and the average values were determined.

#### *Experimental Design and Optimization by Response Surface Methodology*

RSM was chosen to determine the optimal conditions for MAE from organic strawberry. The RSM was performed using Design Expert (Stat-Ease, Design-Expert software, version 7). The effect of the independent variables; microwave power (100-300 W), extraction time (2-16 min) and solvent to sample ratio (5:1-25:1 mL g<sup>-1</sup>) was investigated using a three-factor, three-level face-centered central composite design (FCCCD). The complete design consists of 20 runs, including six replications of the centre points.

The fitness of the model was determined by evaluating the Fisher test value (F-Value) and the coefficient of determination (R<sup>2</sup>) as obtained from an analysis of variance (ANOVA). The level of significance for all tests was set at 95% confidence level. The generalized quadratic model for the responses is given in Equation (2):

$$Y_{1,2} = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=n} \beta_i X_i + \sum_{i=1}^{i=n} \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} \beta_{ij} X_i X_j \quad (2)$$

Where  $Y_1$  is the response of extraction yield and  $Y_2$  is the response of TPC.  $\beta_0$ ,  $\beta_i$ ,  $\beta_{ii}$  and  $\beta_{ij}$  are the regression coefficients for the model constant, linear, quadratic and interaction terms of independent variables  $i$  and  $j$ , respectively, and  $X_i$  and  $X_j$  are the independent variables.

## **Results and Discussion**

### *Experimental design and model fitting*

The first step in this study was to determine the selection of the proper ranges of process parameters. The ranges of independent variables were selected for optimization based on previous studies (Mandal et al., 2007; Zheng et al., 2013) that deal with the extraction of phenolics by MAE and preliminary experiments. Processing parameters were decided as 100-300 W of microwave power, 2-16 min of extraction time and 5:1-25:1 mL g<sup>-1</sup> of solvent to sample ratio. The responses were the extraction yield and TPC. Table 1 shows the effect of microwave power, extraction time and solvent to sample ratio on yield and TPC of extracts obtained from strawberry. According to results obtained from experimental design set, the extraction yield and TPC ranged from 6.90 to 9.69 % and 16.59 to 21.58 mg GAE g<sup>-1</sup> dry strawberry, respectively.

Experimental data were statistically analyzed through ANOVA and results were shown in Table 2. From Table 2, the lack of fit values of the selected models were clearly not significant ( $p > 0.05$ ). This indicated that this model could explain suitably the relationship between the response and the independent variables. This was also confirmed by the high values of R<sup>2</sup> (0.9083 for the extraction yield and 0.9441 for TPC).

Table 1. Three-factor, three-level face-centered central composite design (FCCCD) and results for three variables studied

Çizelge 1. Çalışılan üç değişken için üç faktörlü üç seviyeli yüz-merkezli merkezi kompozit tasarım (FCCCD)

Standard Order	Microwave power (W)	Extraction time (min)	Solvent to sample ratio (mL g <sup>-1</sup> )	Extraction yield (%)	TPC (mg GAE g <sup>-1</sup> dry strawberry)
Standart Dizi	Mikrodalga gücü (W)	Ekstraksiyon süresi (dk)	Çözgen numune oranı (mL g <sup>-1</sup> )	Ekstraksiyon verimi (%)	TPC (mg GAE g <sup>-1</sup> kuru çilek)
1	100	2	5:1	6.90	18.21
2	300	2	5:1	7.45	18.04
3	100	16	5:1	7.68	17.80
4	300	16	5:1	8.69	16.72
5	100	2	25:1	7.87	18.72
6	300	2	25:1	7.96	19.86
7	100	16	25:1	7.82	21.58
8	300	16	25:1	8.44	20.49
9	100	9	15:1	9.69	17.47
10	300	9	15:1	9.53	16.59
11	200	2	15:1	8.50	17.54
12	200	16	15:1	8.97	19.41
13	200	9	5:1	7.84	17.19
14	200	9	25:1	8.76	20.15
15	200	9	15:1	9.00	17.20
16	200	9	15:1	9.47	17.27
17	200	9	15:1	8.93	17.09
18	200	9	15:1	9.37	17.23
19	200	9	15:1	9.11	17.18
20	200	9	15:1	9.22	17.89

Regression models for extraction yield and TPC were obtained from the regression results and backward elimination by means of elimination the non-significant factors in the models. Some linear, quadratic or interaction terms were not eliminated by backward elimination to keep the hierarchy of the model even if they were not significant. The resulting equations for the fitted model are shown below:

$$\text{The extraction yield} = 9.28 + 0.21 * Mw + 0.29 * Ti + 0.23 * Ra - 0.20 * Ti * Ra - 0.50 * Ti^2 - 0.94 * Ra^2 \quad (3)$$

$$\text{TPC} = 17.40 - 0.21 * Mw + 0.36 * Ti + 1.28 * Ra - 0.39 * Mw * Ti + 0.65 * Ti * Ra - 0.51 * Mw^2 + 0.94 * Ti^2 + 1.13 * Ra^2 \quad (4)$$

where *Mw* is microwave power, *Ti* is extraction time and *Ra* is solvent to sample ratio.

Table 2. ANOVA results for the extraction yield and TPC

Çizelge 2. Ekstraksiyon verimi ve toplam fenolik içeriği (TPC) için ANOVA sonuçları

Source Kaynak	The extraction yield Ekstraksiyon verimi					TPC				
	SS <sup>1</sup>	DF	MS	F - Value	p-value Prob > F	SS	DF	MS	F - Value	p-value Prob > F
Model	10.61	6	1.77	21.47	< 0.0001 <sup>2</sup>	35.01	8	4.38	23.24	< 0.0001 <sup>2</sup>
Intercept										
<b>Linear</b>										
Microwave Power (Mw)	0.45	1	0.45	5.41	0.0369 <sup>2</sup>	0.43	1	0.43	2.30	0.1578 <sup>3</sup>
Extraction Time (Ti)	0.85	1	0.85	10.36	0.0067 <sup>2</sup>	1.32	1	1.32	7.00	0.0228 <sup>2</sup>
Solvent to sample ratio (Ra)	0.52	1	0.52	6.37	0.0254 <sup>2</sup>	16.49	1	16.49	87.56	< 0.0001 <sup>2</sup>
<b>Interaction</b>										
Mw*Ti						1.23	1	1.23	6.55	0.0266 <sup>2</sup>
Mw*Ra										
Ti*Ra	0.32	1	0.32	3.84	0.0719 <sup>3</sup>	3.41	1	3.41	18.09	0.0014 <sup>2</sup>
<b>Quadratic</b>										
Mw <sup>2</sup>						0.71	1	0.71	3.77	0.0782 <sup>3</sup>
Ti <sup>2</sup>	0.81	1	0.81	9.79	0.0080 <sup>2</sup>	2.41	1	2.41	12.82	0.0043 <sup>2</sup>
Ra <sup>2</sup>	2.81	1	2.81	34.12	< 0.0001 <sup>2</sup>	3.52	1	3.52	18.71	0.0012 <sup>2</sup>
Residual	1.07	13	0.082			2.07	11	0.19		
Lack of Fit	0.85	8	0.11	2.39	0.1756 <sup>3</sup>	1.65	6	0.27	3.26	0.1079 <sup>3</sup>
Pure Error	0.22	5	0.044			0.42	5	0.084		
Cor Total	11.68	19				37.09	19			
R <sup>2</sup>	0.9083					0.9441				
Adj R <sup>2</sup>	0.8660					0.9035				
Pred R <sup>2</sup>	0.7736					0.7259				

<sup>1</sup>Sum of squares<sup>1</sup>Kareler toplamı<sup>2</sup>Significant at Prob > F less than 0.05 level; <sup>3</sup>not significant at Prob > F higher than 0.05 level<sup>2</sup>Prob> F'de 0.05 seviyesinin altında anlamlı; <sup>3</sup>Prob> F'de 0.05 seviyesinin üzerinde anlamlı değil

Three dimensional response surface curves and contour plots (Figure 1 and 2) were used to show the effects of process variables on the responses. The response surface and contour plots indicated that the effect of two variables on the dependent

variable described by the quadratic polynomial equation while third variable was kept constant at middle level, 15:1 mL g<sup>-1</sup> (solvent to sample ratio), 9 min (extraction time) and 200 W (microwave power).

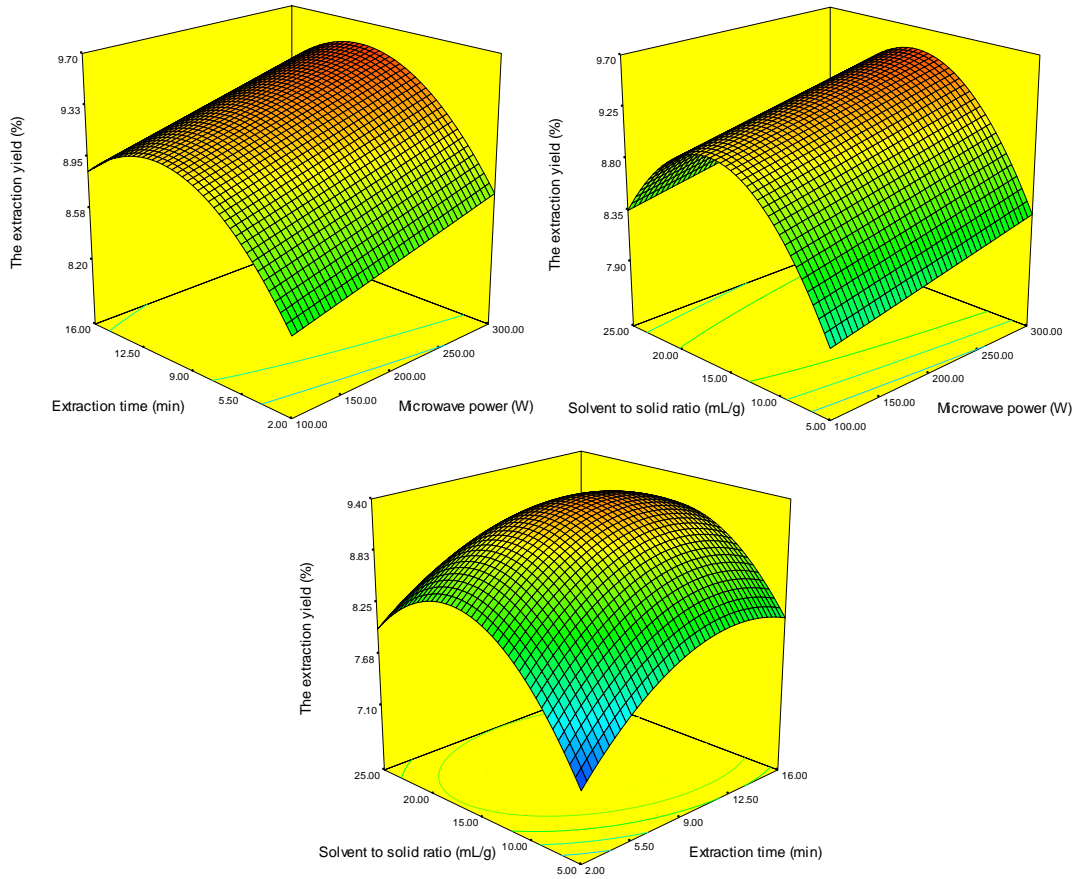


Figure 1. Response surface plots between coupled independent variables for the extraction yield

Şekil 1. Eşleştirilmiş bağımsız değişkenler arasında ekstraksiyon verimi açısından yanıt yüzey grafikleri

*The effect of microwave power on the extraction yield and TPC*

The effects of microwave power in range 100 to 300 W were investigated on the extraction yield and TPC. Microwave power displayed significant ( $p < 0.05$ ) positive linear effect on the extraction yield. Extraction yield went up linearly with increase of microwave power (Figure 1). Short extraction time for MAE might lead to the linear increase of microwave power on the extraction yield (Sinha et al., 2012; Wang et al., 2007). Moreover, increase in microwave power results in the rupture of the cell walls and enhance the extraction yield due to

easier penetration of the solvent into the plant matrix (Mendes et al., 2016).

It was found that linear effect of microwave power has no significant ( $p > 0.05$ ) effect on TPC extracted from strawberry (Table 2). In other words, phenolic extraction of strawberry can be conducted easily in a short time without the necessary high microwave power. Similar results were reported by some authors who studied the effect of microwave power on extraction of flavonoids (Gao et al., 2006; Chen et al., 2008; Garofulic et al., 2013). Figure 2 shows interaction between microwave power and extraction time on TPC. Even though microwave power did not seem to be



significant, its interaction with extraction time was observed as negatively significant ( $p < 0.05$ ) according to the ANOVA results (Table 2). It can be interpreted that increasing microwave power with decreasing extraction time or vice versa result in higher

amount of phenolics extracted. In other words, high microwave power is only preferable with short extraction time to prevent the degradation of phenolic compounds (Ballard et al., 2010).

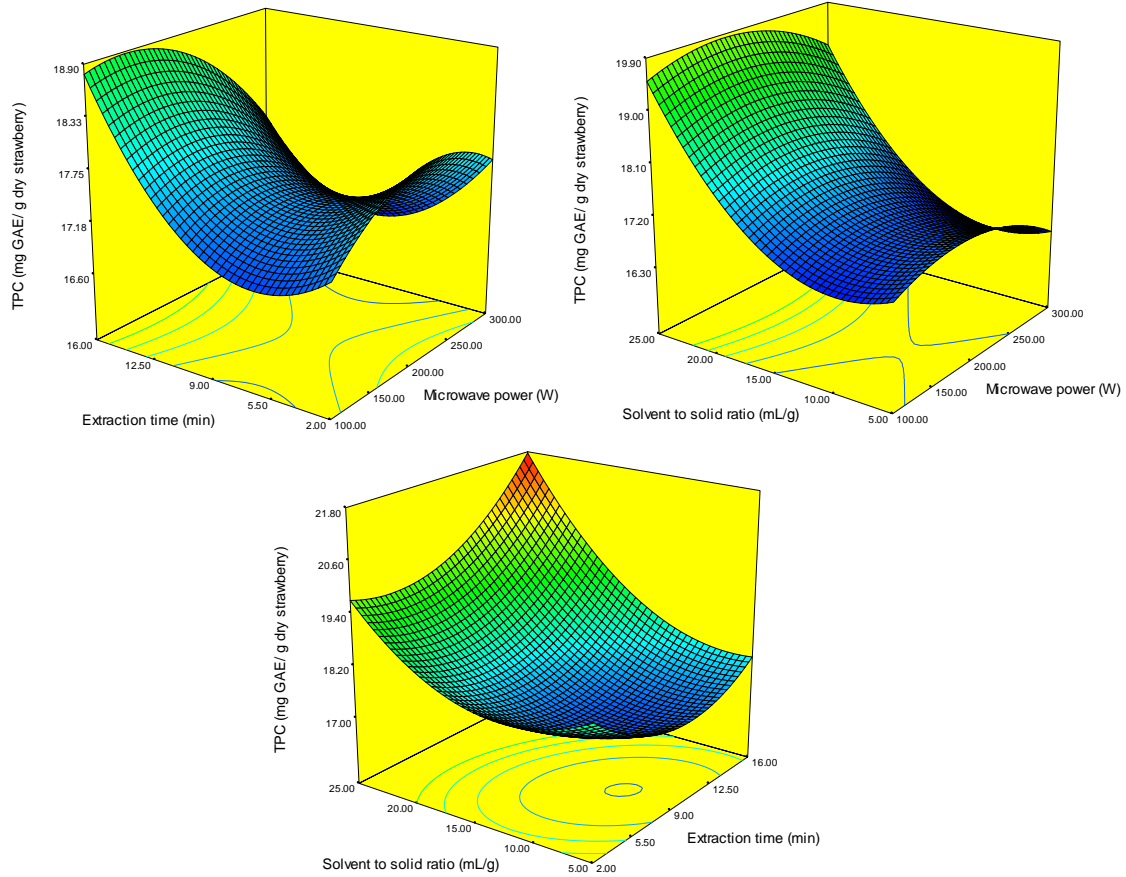


Figure 2. Response surface plots between coupled independent variables for TPC

Şekil 2. Eşleştirilmiş bağımsız değişkenler arasında toplam fenolik içerik (TPC) açısından yanıt yüzey grafikleri

#### *The effect of extraction time on the extraction yield and TPC*

When the effect of time on the extraction yield was evaluated, the most effective process variable was extraction time with its lowest p value and the highest F value (Table 2). Extraction time significantly ( $p < 0.05$ ) affected the extraction yield in both positively linear and negatively quadratic

manner. It could be explicated that the extraction yield increased with the increase of the extraction time, and nearly reached a peak at the highest extraction time tested (Figure 1).

It was observed that extraction time had considerably effect on TPC along with solvent to sample ratio. Positive coefficients for extraction time depicted linear effects

that increase TPC. Additionally, extraction time and solvent to sample ratio have significant positive interactive influences on TPC when microwave power was kept at 200 W. It was determined that extraction time had positive quadratic effect.

#### *The effect of solvent to sample ratio on the extraction yield and TPC*

Solvent to sample ratio with positive linear regression coefficient showed significant effect ( $p < 0.05$ ) on the extraction yield (Table 2). Also, the effect of solvent to sample ratio on the extraction yield was found to increase up to 20:1 solvent to sample ratio and later decreased with further solvent to sample ratio due to its positive linear and negative quadratic effect.

Solvent to sample ratio was determined as the most effective independent variable for TPC. Solvent to sample ratio has a significantly ( $p < 0.05$ ) positive effect on total phenolics extracted. This means that, the amount of phenolics extracted from strawberry increases as solvent to sample ratio increases. Pinelo et al. (2005) and Zheng et al. (2013) were reported similar results about the effect of solvent to sample ratio on the extraction of phenolic compounds.

#### *Model optimization and verification*

Optimal conditions of MAE were determined using FCCCD. The optimum conditions were predicted as 265 W of microwave power, 2 min of extraction time, 24:1 g mL<sup>-1</sup> of solvent to sample ratio to obtain maximum values of extraction yield (8.23 %) and TPC (19.65 mg GAE g<sup>-1</sup> dry strawberry). Predicting the optimal response values has to be tested to determine accuracy of the models. For this purpose, MAE from strawberry was carried out in

triplicate under optimal conditions and predicted values and experimental values were compared to each other. Experimental results were satisfactorily close to the predicted values. Therefore, it was proved that predicted values of model responses were satisfactory and accurate.

#### *Some properties of strawberry extracts obtained at optimum conditions*

Once optimum conditions of MAE from strawberry were determined, some additional analyses were carried out to determine TAC and antioxidant activity of strawberry extracts obtained at optimum condition. The effect of MAE on recovery of anthocyanin and antioxidant activity of extracts was evaluated to compare them before and after extraction (Table 3). TAC results were determined as 2.92 and 2.30 mg Cyn-3-glu g<sup>-1</sup> dry strawberry before and after extraction, respectively. Results show that a high amount of anthocyanins, using MAE technique could be extracted from strawberry without degrading. Degradation of anthocyanins might be prevented due to short processing time of MAE. In addition to anthocyanins content in extracts, their antioxidant capacities were also assessed, using DPPH and FRAP methods. DPPH·EC<sub>50</sub> values of samples before and after extraction were found as 1.31 and 1.67 mg dry strawberry mL<sup>-1</sup>, respectively. FRAP values of samples before and after extraction were 215.28 and 197.83 μmoles TE g<sup>-1</sup> dry strawberry, respectively. It was understood from the results that antioxidant compounds in strawberry fruit could be extracted effectively by using MAE. These results also confirm that functional properties of phenolics, especially anthocyanins in strawberry were preserved after MAE.

Table 3. Comparison of TPC, TAC, DPPH and FRAP values before and after extraction

Çizelge 3. Ekstraksiyon öncesi ve sonrası TPC, TAC, DPPH ve FRAP değerlerinin karşılaştırılması

	TPC <sup>1</sup>	TAC <sup>2</sup>	DPPH·EC <sub>50</sub> <sup>3</sup>	FRAP <sup>4</sup>
Before extraction <i>Ekstraksiyon öncesi</i>	22.15	2.92	1.31	215.28
After extraction <i>Ekstraksiyon sonrası</i>	19.65	2.30	1.67	197.83

<sup>1</sup>mg GAE g<sup>-1</sup> dry strawberry<sup>1</sup>mg GAE g<sup>-1</sup> kuru çilek<sup>2</sup>mg Cyn-3-glu g<sup>-1</sup> dry strawberry<sup>2</sup>mg Cyn-3-glu g<sup>-1</sup> kuru çilek<sup>3</sup>mg dry strawberry mL<sup>-1</sup><sup>3</sup>mg kuru çilek mL<sup>-1</sup><sup>4</sup>µmoles TE g<sup>-1</sup> dry strawberry<sup>4</sup>µmol TE g<sup>-1</sup> kuru çilek

## Conclusion

In the present study, phenolics in strawberry fruit could be efficiently extracted using optimized MAE technique. All of independent variables (microwave power, extraction time and solvent to sample ratio) showed a significant effect on extraction yield. However, microwave power did not show significant effect on TPC. Extraction time and solvent to sample ratio influenced the TPC significantly. Extraction time was the most significant variable on the extraction yield, followed by solvent to sample ratio whereas the most effective variable on TPC was solvent to sample ratio, followed by extraction time. Microwave power was the least significant variable for both the extraction yield and TPC. Results of DPPH and FRAP were also proved that the extracts produced at optimum conditions had high antioxidant activity. As a result, MAE is an efficient technique with high extraction yield and short time to extract the valuable compounds from strawberry.

## Acknowledgements

Financial support for this project is provided by funding bodies within the FP7

ERA-Net CORE Organic Plus (618107), and with cofunds from the European Commission. We would also like to thank Bursa central research institute of food and feed control for financial support.

## References

- Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. Y., Wang, C. Y., González-Aguilar, G. A., 2007. High oxygen treatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. *Food Technology and Biotechnology*, 45 (2): 166-173.
- Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., Omar, A. K. M., 2013. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, 117 (4): 426-436.
- Bai, X., Qiu, A., Guan, J., 2007. Optimization of microwave-assisted extraction of antihepatotoxic triterpenoid from *Actinidia deliciosa* root and its comparison with conventional extraction methods. *Food Technology & Biotechnology*, 45 (2): 174-180.
- Ballard, T. S., Mallikarjunan, P., Zhou, K. Q., O'Keefe, S., 2010. Microwave-assisted extraction of phenolic antioxidant compounds from peanut skins. *Food Chemistry*, 120 (4): 1185-1192.
- Benzie, I. F. F., Strain, J. J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The

- FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239 (1): 70-76.
- Brandwilliams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C., 1995. Use of a free-radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology (LWT)*, 28 (1): 25-30.
- Carniel, N., Dallago, R. M., Dariva, C., Bender, J. P., Nunes, A. L., Zanella, O., Bilibio, D., Luiz Priamo, W., 2016. Microwave-assisted extraction of phenolic acids and flavonoids from *Physalis angulata*. *Journal of Food Process Engineering*, 40(3): 1-11.
- Chan, C. H., Yusoff, R., Ngoh, G. C., Kung, F. W. L., 2011. Microwave-assisted extractions of active ingredients from plants. *Journal of Chromatography A*, 1218 (37): 6213-6225.
- Chen, L., Jin, H., Ding, L., Zhang, H., Li, J., Qu, C., Zhang, H., 2008. Dynamic microwave-assisted extraction of flavonoids from *Herba epimedii*. *Separation and Purification Technology*, 59 (1): 50-57.
- Del Rio, D., Borges, G., Crozier, A., 2010. Berry flavonoids and phenolics: bioavailability and evidence of protective effects. *British Journal of Nutrition*, 104 Suppl 3: S67-90.
- Food and Agriculture Organization (FAOSTAT). Statistical Database; 2014. Available from <http://faostat.fao.org>.
- Fortalezas, S., Tavares, L., Pimpão, R., Tyagi, M., Pontes, V., Alves, P. M., McDougall, G., Stewart, D., Ferreira, R. B., Santos, C. N., 2010. Antioxidant properties and neuroprotective capacity of strawberry tree fruit (*Arbutus unedo*). *Nutrients*, 2 (2): 214-229.
- Gao, M., Song, B. Z., Liu, C. Z., 2006. Dynamic microwave-assisted extraction of flavonoids from *Saussurea medusa* Maxim cultured cells. *Biochemical Engineering Journal*, 32 (2): 79-83.
- Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A., 2010. Phenolic compound extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules*, 15 (12): 8813-8826.
- Garofulic, I. E., Dragovic-Uzelac, V., Jambrak, A. R., Jukic, M., 2013. The effect of microwave assisted extraction on the isolation of anthocyanins and phenolic acids from sour cherry Marasca (*Prunus cerasus* var. Marasca). *Journal of Food Engineering*, 117 (4): 437-442.
- Hornedo-Ortega, R., Krisa, S., Garcia-Parrilla, M. C., Richard, T., 2016. Effects of gluconic and alcoholic fermentation on anthocyanin composition and antioxidant activity of beverages made from strawberry. *Food Science and Technology (LWT)*, 69: 382-389.
- Huang, W. Y., Cai, Y. Z., Zhang, Y., 2009. Natural phenolic compounds from medicinal herbs and dietary plants: Potential use for cancer prevention. *Nutrition and cancer*, 62 (1): 1-20.
- Kafkas, E., Koşar, M., Paydaş, S., Kafkas, S., Başer, K. H. C., 2007. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chemistry*, 100 (3): 1229-1236.
- Kaufmann, B., Christen, P., 2002. Recent extraction techniques for natural products: Microwave-assisted extraction and pressurised solvent extraction. *Phytochemical Analysis*, 13 (2): 105-113.
- Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 88 (5): 1269-1278.
- Ljevar, A., Ćurko, N., Tomašević, M., Radošević, K., Srček, V. G., Ganić, K. K., 2016. Phenolic composition, antioxidant capacity and in vitro cytotoxicity assessment of fruit wines. *Food Technology and Biotechnology*, 54(2): 145-155.
- Mandal, V., Mohan, Y., Hemalatha, S., 2007. Microwave assisted extraction—an innovative and promising extraction tool for medicinal plant research. *Pharmacognosy Reviews*, 1 (1): 7-18.
- Mendes, M., Carvalho, A. P., Magalhaes, J. M. C. S., Moreira, M., Guido, L., Gomes, A. M., Delerue-Matos, C., 2016. Response surface evaluation of microwave-assisted extraction conditions for *Lycium barbarum* bioactive compounds. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 33: 319-326.
- Nile, S. H., Park, S. W., 2014. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition*, 30 (2): 134-144.
- Nohynek, L. J., Alakomi, H.-L., Kähkönen, M. P., Heinonen, M., Helander, I. M., Oksman-Caldentey, K.-M., Puupponen-Pimiä, R. H., 2006. Berry phenolics: antimicrobial properties and mechanisms of action against severe human pathogens. *Nutrition and cancer*, 54 (1): 18-32.

- Paredes-Lopez, O., Cervantes-Ceja, M. L., Vigna-Perez, M., Hernandez-Perez, T., 2010. Berries: improving human health and healthy aging, and promoting quality life-- a review. *Plant Foods Human Nutrition*, 65 (3): 299-308.
- Pinelo, M., Rubilar, M., Jerez, M., Sineiro, J., Nunez, M. J., 2005. Effect of solvent, temperature, and solvent-to-solid ratio on the total phenolic content and antiradical activity of extracts from different components of grape pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6): 2111-2117.
- Sargent, D. J., Rys, A., Nier, S., Simpson, D. W., Tobutt, K. R., 2007. The development and mapping of functional markers in *Fragaria* and their transferability and potential for mapping in other genera. *Theoretical and Applied Genetics*, 114 (2): 373-384.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R. M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178.
- Sinha, K., Das Saha, P., Datta, S., 2012. Response surface optimization and artificial neural network modeling of microwave assisted natural dye extraction from pomegranate rind. *Industrial Crops and Products*, 37 (1): 408-414.
- Wang, S. J., Chen, F., Wu, J. H., Wang, Z. F., Liao, X. J., Hu, X. S., 2007. Optimization of pectin extraction assisted by microwave from apple pomace using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 78 (2): 693-700.
- Wu, T., Yan, J., Liu, R. H., Marcone, M. F., Aisa, H. A., Tsao, R., 2012. Optimization of microwave-assisted extraction of phenolics from potato and its downstream waste using orthogonal array design. *Food Chemistry*, 133 (4): 1292-1298.
- Yang, J., Liu, R. H., 2009. Induction of phase II enzyme, quinone reductase, in murine hepatoma cells in vitro by grape extracts and selected phytochemicals. *Food Chemistry*, 114 (3): 898-904.
- Zhang, H., Tsao, R., 2016. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science*, 8: 33-42.
- Zheng, X., Xu, X., Liu, C., Sun, Y., Lin, Z., Liu, H., 2013. Extraction characteristics and optimal parameters of anthocyanin from blueberry powder under microwave-assisted extraction conditions. *Separation and Purification Technology*, 104: 17-25.



## Determination of Weed Species in Kiwifruit Orchards of Ordu Province-Turkey

Hikmet YONAT<sup>1</sup>, Onur KOLÖREN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ordu University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ordu-Turkey

<sup>2</sup>University of Ordu, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Ordu-Turkey

\*Corresponding author: koloren@yahoo.com & koloren@odu.edu.tr

### Abstract

This study was conducted to determine weed species, their frequencies (%), coverage areas (%) and their densities (plant/m<sup>2</sup>) in kiwifruit orchards of Ordu province in 2015. As a method Ordu was divided into four parts of the research area; Altınordu-Gülyalı, Ulubey-Kabadüz, Perşembe-Fatsa-Çamaş, İkizce-Ünye-Çaybaşı. The study was carried out in two different periods which are April-May and September-October in the year of 2015. Study was started from the center of Ordu and stopped for every 5 km to make four different examinations of randomly selected 1 m<sup>2</sup> area of 1 da the kiwifruit orchard. During examinations weed species, their frequencies (%), coverage area (%) and their densities (plant/m<sup>2</sup>) were determined. Eighty six weed species belonging to 32 families were determined in the survey which was carried out in 26 kiwi orchards. At the end of this survey which is conducted in two different periods, general weed coverage is found out to be 82.27 % for the first period (April-May) and 80.12 % for the second period (September-October). Among these families the largest family was found to be Asteraceae having 18 species. In the first period (April-May) 71 species were identified belonging to 30 families and the most frequently encountered weed species was *Convolvulus arvensis* L. (field bindweed) by 69.23 %. In the second period (September-October) 67 species were identified belonging to 30 families and the most frequently encountered weed species was *C. arvensis* L. by 53.85 %.

**Key Words:** Kiwifruit, Ordu, Weed, frequency, *Convolvulus arvensis* L.

### Ordu İli Kivi Bahçelerinde Görülen Yabancı Ot Türlerinin Belirlenmesi

#### Öz

Çalışma, Ordu ili kivi bahçelerinde görülen yabancı ot türlerinin, rastlama sıklıkları (%), kaplama alanları (%) ve yoğunlukları (bitki/m<sup>2</sup>) belirlenmesi amacı ile 2015 yılında Ordu ilinde yürütülmüştür. İl dört bölgeye ayrılarak (Altınordu-Gülyalı, Ulubey-Kabadüz, Perşembe-Fatsa-Çamaş, İkizce-Ünye-Çaybaşı) Nisan-Mayıs ve Eylül-Ekim ayları olmak üzere iki farklı dönemde, Ordu (Merkez)'dan başlamak üzere herbeş km'de bir durularak kivi bahçelerinde bir da'lık alan içerisinde dört kez bir m<sup>2</sup>'lik çerçeve atılarak çerçeve içerisinde bulunan yabancı ot türleri, rastlama sıklıkları (%), kaplama alanları (%) ve yoğunlukları (adet/m<sup>2</sup>) saptanmıştır. Yirmialtı kivi bahçesinde yapılan sürveylerde 32 familyaya ait 86 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Genel yabancı otlama (%) birinci dönemde (Nisan-Mayıs) % 82.27, ikinci dönemde (Eylül-Ekim) ise % 80.12 olarak bulunmuştur. Bulunan familyalar içerisinde en geniş familya 18 tür ile Asteraceae familyası olmuştur. Birinci dönemde (Nisan-Mayıs) 30 familyaya ait 71 yabancı ot türü tespit edilmiş ve en fazla rastlanılan yabancı ot türü *Convolvulus arvensis* L. (Tarla sarmaşığı) % 69.23 olmuştur. İkinci dönemde (Eylül-Ekim) ise 30 familyaya ait 67 tür tespit edilmiş ve en fazla rastlanılan yabancı ot türü yine *C. arvensis* L. % 53.85 olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kivi, Ordu, Yabancı ot, rastlama sıklığı, *Convolvulus arvensis* L.

## Introduction

Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* (Chev.) C.F.Liang & A.R.Ferguson) is one of the least known fruit whereas it has a highly increasing production capacity in recent years. With low calorific value and reach vitamin and mineral substance content, it has a great demand (Anonymous, 2012). In terms of production volume of kiwifruit Turkey is in the rank of 7 whereas it is in the second rank in terms of production area (ha) among producer countries (Anonymous, 2013a). Turkey's convenient geological structure for the cultivation of kiwi and the increasing amount of consumption has made the kiwi production more attractive and the manufacturers shift to production of kiwi. Considering the kiwifruit production in our country Yalova is the first with 18.892 tons, Ordu is the second with 6.263 tons and Rize is the third with 5.126 tons (Anonymous, 2015). The largest area used for kiwi production in Turkey is in the Black Sea region by 70 %. In this region Ordu, Rize, Trabzon, Samsun and Artvin provinces have the maximum production capacity (Anonymous, 2014a).

In our country, economically important 60 cultivated plants are affected by more than 475 pests. 265 of them are pests (insects), 140 of them are pathogens and also more than 70 of them are weed species. It is not possible in conventional agriculture, organic agriculture and good agricultural practices and quality systems to get enough products without combating these harmful organisms (Tiryaki, 2011). Weeds are one of the important problems in kiwifruit orchards. Our country is struggling with plant protection problems in kiwifruit growing. Plant protection problems in the cultivation of kiwifruit in our country are performed

directly for diseases and insects but indirectly for weeds. Weeds compete with kiwifruit for light, water and minerals, hence amount of yield decreases. On the other hand, weeds accommodate insects and diseases which are harmful for kiwifruit plant (Anonymous, 2012). In a study which is conducted in California University, weed control in the first four years after planting in kiwifruit orchards was determined to be very important. In the first four years after planting, kiwifruit has less chance to compete with weeds. If agricultural protection is not done for the first four years, weeds cause kiwifruits to stop growing and get dry. It is stated that only after four years kiwifruit has the necessary high to shade and so repress weeds (Anonymous, 2014b).

The purpose of this study, was to determine weed species, frequencies (%), coverage areas (%) and densities (plant/m<sup>2</sup>) in the kiwifruit orchards in Ordu.

## Material and Methods

Main material is weed species that present in 26 kiwifruit orchards in Ordu. This study was conducted in 2015 to determine weed species, their frequency (%), coverage area (%) and their densities (plant/m<sup>2</sup>) in kiwifruit orchards in Ordu. As a method Ordu was divided into 4 parts of the research area; Altınordu-Gülyalı, Ulubey-Kabadüz, Perşembe-Fatsa-Çamaş, İkizce-Ünye-Çaybaşı (Figure 1). The study was carried on in two different periods that are April-May and September-October in the year of 2015. It was started from center of Ordu and stopped for every 5 kilometers to make 4 different examination of randomly selected 1 m<sup>2</sup> area of 1 decare in 26 kiwi orchards. This selection was done by throwing a 1x1 wooden frame onto the area randomly.

During examination weed species, their frequencies (%), coverage area (%) and their densities (plant/m<sup>2</sup>) are determined due to Odum (1971). A random selection was done by diagonal line the area starting from the inner part of the land to eliminate border effect. Weeds were classified according to the Flora of Turkey (Davis, 1965-1988) and Ackerunkraeuter Europas (Hanf, 1990). The Turkish names of weeds were obtained from Uluğ et al., (1993) and Güner et al., (2012).

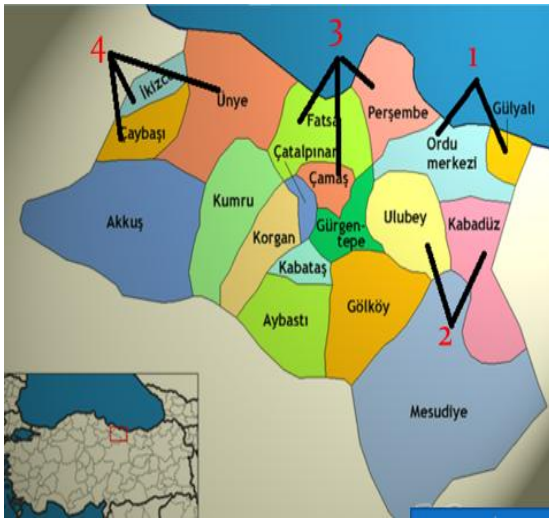


Figure 1. The map of research area (Anonymous, 2013b).

Şekil 1. Araştırma yapılan alanın haritası (Anonim, 2013b)

## Results and Discussion

It has been determined that the rate of the general weed coverage (%) of the result of a survey conducted in the Ordu 26 kiwifruit orchards were high. Compared with the general weed coverage (%) values determined in both periods, it was determined that the highest general weed was 82.27 % in the first period (April-May). In the second period (September-October) it was determined as 80.12 %. It shows that weed species in the first period were higher than the second period.

According to surveys performed in kiwifruit orchards of Ordu in 2015 during first period (April-May) and second period (September-October) 86 weed species belonging to 32 families were determined. In terms of the number of species Asteraceae was the first one with 18 different species, while the Poaceae family was the second family with 14 species. As for the other families, Lamiaceae had 6 species, Fabaceae had 5 species, Polygonaceae had 5 species, Apiaceae had 3 species. Amaranthaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Geraniaceae, Plantaginaceae, Polypodiaceae and Rosaceae had 2 species for each and the rest had one species for each weed. Among the 32 families, 2 species of Polypodiaceae family, 1 species of Equisetaceae family, and 83 species of 30 families were identified as weeds. Of these families, 28 were dicotyledonous, 2 were monocotyledonous and 2 were non-seeded. 45 of the weed species found were perennial, 38 were single year and 3 were two year respectively. In the first period (April-May) 71 species were identified belonging to 30 families, In the second period (September-October) 67 species were identified belonging to 30 families. The number of weed species determined in both periods was 52 (Table 1; Table 2).

In the first period (April-May) the first five weed species with respect to frequencies (%) were; *Convolvulus arvensis* L. (field bindweed) 69.23 %, *Artemisia vulgaris* L. (mugwort) 65.38 %, *Stellaria media* (L.) Vill. (chickweed) 65.38 %, *Urtica dioica* L. (stinging nettle) 61.54 %, *Poa trivialis* L. (rough stank bluegrass) 57.69 % whereas in the second period (September-October) the first five weed species with respect to frequencies (%) were; *Convolvulus arvensis* L.



(field bindweed) 53.85 %, *Amaranthus retroflexus* L. (redroot pigweed) 50.00 %, *Urtica dioica* L. (stinging nettle) 46.15 %, *Setaria glauca* (L.) P.B. (yellow foxtail) 46.15 %, *Artemisia vulgaris* L. (mugwort) (Table 3). In the first period (April-May) the first five weed species with respect to general coverage (%) were; *Poa trivialis* L. (rough stank bluegrass) 10.37 %, *Artemisia vulgaris* L. (mugwort) 8.07 %, *Bromus tectorum* L. (cheatgrass) 5.48 %, *Lolium* sp. (ryegrass)

3.67 %, *Medicago arabica* (L.) Huds. (spotted medick) 3.61 % whereas in the second period (September-October) the first five weed species with respect to general coverage (%) were; *Setaria glauca* (L.) (yellow foxtail) 11.37 %, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (barnyardgrass) 6.68 %, *Urtica dioica* L. (stinging nettle) 5.13 %, *Artemisia vulgaris* L. (mugwort) 4.68 %, *Stellaria media* (L.) Vill. (chickweed) 4.02 % (Table 3).

Table 1. Distribution of weeds families in kiwifruit orchards in Ordu

Çizelge 1. Ordu ili kivi bahçelerinde yabancı otların familyalarına göre dağılımı

Families Familyalar	Number of weed species (1 <sup>st</sup> Period- April/May)  Yabancı ot tür sayısı (1. Dönem-Nisan/Mayıs)	Number of weed species (2 <sup>nd</sup> Period-September/ October)  Yabancı ot tür sayısı 2. Dönem (Eylül-Ekim)	Number of weed species (1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> Period)  Yabancı ot tür sayısı (1. ve 2. Dönem)
Amaranthaceae	2	2	2
Apiaceae	3	1	1
Araceae	1	1	1
Asteraceae	14	12	8
Boraginaceae	1	-	-
Brassicaceae	2	1	1
Caprifoliaceae	1	1	1
Caryophyllaceae	2	2	2
Commelinaceae	1	1	1
Convolvulaceae	1	1	1
Cyperaceae	2	2	2
Equisetaceae	1	1	1
Euphorbiaceae	2	2	2
Fabaceae	5	4	4
Geraniaceae	2	2	2
Lamiaceae	3	5	2
Lythraceae	-	1	-
Malvaceae	1	1	1
Oxalidaceae	1	1	1
Phytolaccaceae	-	1	-
Plantaginaceae	2	2	2
Poaceae	11	10	7
Polygonaceae	2	5	2
Polypodiaceae	2	1	1
Portulacaceae	1	1	1
Primulaceae	1	1	1
Ranunculaceae	1	-	-
Rosaceae	2	1	1
Rubiaceae	1	1	1
Scrophulariaceae	1	1	1
Solanaceae	1	1	1
Urticaceae	1	1	1
Total Toplam	71	67	52

In the first period (April-May) the first five weed species with respect to densities (plant/m<sup>2</sup>) were; *Poa trivialis* L. (rough stank bluegrass) 16.27, *Artemisia vulgaris* L. (mugwort) 11.38, *Bromus tectorum* L. (cheatgrass) 7.31, *Lolium* sp. (ryegrass) 6.38, *Medicago arabica* (L.) Huds. (spotted medick) 5.08 whereas in the second period (September-October) the first five weed species with respect to densities (plant/m<sup>2</sup>) were; *Setaria glauca* L. (yellow foxtail) 14.42, *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (barnyardgrass) 10.27, *Stellaria media* (L.) Vill. (chickweed) 5.62, *Artemisia vulgaris* L. (mugwort) 5.31, *Urtica dioica* L. (stinging nettle) 5.23 (Table 3).

86 weed species identified in the surveys conducted, 56 were found to be similar to the species mentioned in Deveci (2003). Important weed species showing similarity; *C. arvensis*, *A. vulgaris*, *E. crus galli*, *S. glauca*, *R. crispus*, *U. dioica*, *Lolium* spp., *A. retroflexus*, *C. flacca*, *B. perennis*, *S. asper*, *M.*

*arabica*, *G. hederacea*, *O. acetosella*, *P. lanceolata*, *P. major*, *D. sanguinalis*, *A. arvensis*, *S. nigrum*, *M. annua* and *T. repens*. As a result of study in kiwifruit orchards, it was found that species belonging to the families of Asteraceae and Poaceae were the most similar. The similarity rate is also high in terms of weed species. The rates of frequencies (%), coverage areas (%) and densities (plant/m<sup>2</sup>) of similar weed species were found to vary. Some weeds detected in surveys are reported as important weed species found in Anonymous (2003), a survey of kiwifruit orchards in the state of California (USA); *P. annua*, *E. crus-galli*, *S. media*, *S. vulgaris*, *D. sanguinalis*, *C. canadensis*, *C. album*, *S. arvensis*, *P. oleracea*, *C. bursa-pastoris*, *S. halepense*, *P. dilatatum*, *C. dactylon*, *R. crispus*, *C. arvensis*, *T. officinale*, *C. esculentus*, *Malva* sp., and *A. fatua* were similar to each other and these weed species were also important problems in the kiwifruit orchards in which we study.

Table 2. General coverage (%), densities (plant/m<sup>2</sup>) and frequencies (%) of weed species at 1<sup>st</sup> period (April-May) and 2<sup>nd</sup> period (September-October) in kiwifruit orchards in Ordu  
Çizelge 2. Ordu ili kivi bahçelerinde 1. Dönem (Nisan-Mayıs) ile 2. Dönemde (Eylül-Ekim) bulunan yabancı ot türleri ve bunların rastlama sıklıkları (%), genel kaplama (%) ile yoğunlukları (bitki/m<sup>2</sup>)

Weed Species Yabancı ot türleri	1 <sup>st</sup> Period (April-May) 1. Dönem (Nisan-Mayıs)			2 <sup>nd</sup> Period (September-October) 2. Dönem (Eylül-Ekim)		
	F (%) <sup>*</sup>	GC (%) <sup>*</sup>	D (plant/m <sup>2</sup> ) <sup>*</sup>	F (%) <sup>*</sup>	GC (%) <sup>*</sup>	D (plant/m <sup>2</sup> ) <sup>*</sup>
<b>AMARANTHACEAE</b>						
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	11.54	0.60	1.31	50.00	1.43	1.35
<i>Chenopodium album</i> L.	7.69	0.13	0.15	7.69	0.10	0.12
<b>APIACEAE</b>						
<i>Aethusa cynapium</i> L.	23.08	1.12	1.04	3.85	0.06	0.04
<i>Bifora radians</i> Bieb.	3.85	0.09	0.12			
<i>Daucus carota</i> L.	3.85	0.06	0.08			
<b>ARACEAE</b>						
<i>Arum maculatum</i> L.	11.54	0.34	0.62	7.69	0.27	0.31
<b>ASTERACEAE</b>						
<i>Anthemis arvensis</i> L.	7.69	0.13	0.15			
<i>Arctium lappa</i> L.	30.77	0.53	0.62	30.77	0.42	0.38

<i>Artemisia vulgaris</i> L.	65.38	8.07	11.38	42.31	4.68	5.31
<i>Bellis perennis</i> L.	53.85	2.53	2.92			
<i>Cichorium intybus</i> L.	15.38	0.23	0.27	3.85	0.05	0.04
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	19.23	0.23	0.31			
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist.	3.85	0.06	0.08	3.85	0.22	0.12
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist.	7.69	0.15	0.23	23.08	1.31	0.92
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.				3.85	0.22	0.27
<i>Lactuca serriola</i> L.	38.46	0.79	0.96			
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	15.38	0.52	0.58			
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Cass.				3.85	0.15	0.08
<i>Senecio vulgaris</i> L.	7.69	0.11	0.15			
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill				7.69	0.14	0.15
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	11.54	0.3	0.35	3.85	0.09	0.12
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg	19.23	0.36	0.42	7.69	0.43	0.42
<i>Tragopogon</i> sp.	11.54	0.21	0.31	11.54	0.27	0.23
<i>Xanthium strumarium</i> L.				7.69	0.08	0.15
<b>BORAGINACEAE</b>						
<i>Anchusa azurea</i> Miller.	3.85	0.03	0.04			
<b>BRASSICACEAE</b>						
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	19.23	0.38	0.38	3.85	0.03	0.04
<i>Sinapis arvensis</i> L.	19.23	0.54	0.81			
<b>CAPRIFOLIACEAE</b>						
<i>Sambucus nigra</i> L.	11.54	0.26	0.27	3.85	0.27	0.31
<b>CARYOPHYLLACEAE</b>						
<i>Cerastium tomentosum</i> L.	26.92	2.40	3.15	3.85	0.08	0.12
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	65.38	3.40	4.12	23.08	4.02	5.62
<b>COMMELINACEAE</b>						
<i>Commelina communis</i> L.	11.54	0.42	0.54	15.38	2.05	1.92
<b>CONVOLVULACEAE</b>						
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	69.23	2.86	3.27	53.85	1.87	1.81
<b>CYPERACEAE</b>						
<i>Carex flacca</i> Schreber	11.54	2.99	4.08	15.38	2.39	2.38
<i>Cyperus rotundus</i> L.	3.85	0.21	0.31	3.85	0.33	0.31
<b>EQUISETACEAE</b>						
<i>Equisetum arvense</i> L.	15.38	0.36	0.58	3.85	0.19	0.23
<b>EUPHORBIACEAE</b>						
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	42.31	0.97	1.27	11.54	0.24	0.27
<i>Mercurialis annua</i> L.	11.54	0.31	0.38	23.08	2.00	2.04
<b>FABACEAE</b>						
<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	19.23	0.43	0.65			
<i>Medicago arabica</i> (L.) Huds.	50.00	3.61	5.08	15.38	1.57	1.62
<i>Medicago sativa</i> L.	15.38	0.54	0.73	30.77	2.44	2.12
<i>Trifolium repens</i> L.	53.85	2.89	4.27	11.54	0.87	0.92
<i>Vicia sativa</i> L.	38.46	1.49	1.85	3.85	0.25	0.27
<b>GERANIACEAE</b>						
<i>Erodium acaule</i> (L.) Becherer and Thell.	3.85	0.45	0.65	15.38	0.85	0.85
<i>Geranium dissectum</i> L.	23.08	0.92	0.96	19.23	1.44	1.12
<b>LAMIACEAE</b>						
<i>Ballato nigra</i> L.	11.54	0.34	0.73			
<i>Glechoma hederacea</i> L.	3.85	0.02	0.04	15.38	1.64	1.85
<i>Lamium purpureum</i> L.				3.85	0.12	0.08
<i>Melissa officinalis</i> L.	34.62	1.77	2.00	19.23	1.44	1.58
<i>Prunella vulgaris</i> L.				3.85	0.22	0.27

<i>Salvia forskahlei</i> L.				7.69	0.50	0.65
<b>LYTHRACEAE</b>						
<i>Lythrum salicaria</i> L.				7.69	0.57	0.73
<b>MALVACEAE</b>						
<i>Malva neglecta</i> L.	7.69	0.09	0.12	11.54	1.00	1.12
<b>OXALIDACEAE</b>						
<i>Oxalis acetosella</i> L.	11.54	0.58	0.81	3.85	0.18	0.12
<b>PHYTOLACCACEAE</b>						
<i>Phytolacca americana</i> L.				7.69	0.13	0.08
<b>PLANTAGINACEAE</b>						
<i>Plantago lanceolata</i> L.	11.54	0.39	0.35	3.85	0.15	0.12
<i>Plantago major</i> L.	11.54	0.27	0.27	19.23	0.74	0.88
<b>POACEAE</b>						
<i>Agropyrum repens</i> L.	23.08	1.32	3.00	7.69	0.99	0.73
<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson	7.69	0.39	0.54	7.69	0.69	0.54
<i>Avena fatua</i> L.	19.23	1.26	1.27			
<i>Avena sativa</i> L.				3.85	0.17	0.19
<i>Bromus tectorum</i> L.	57.69	5.48	7.31	7.69	0.99	1.12
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	11.54	1.62	1.62			
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.				19,23	2,49	3,12
<i>Echinochloa crus galli</i> (L.) P.Beauv.	15.38	1.08	1.73	34.62	6.68	10.27
<i>Lolium</i> spp.	42.31	3.67	6.38	30.77	3.04	3.42
<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) P. Beauv.	7.69	0.11	0.15	38.46	3.92	4.19
<i>Paspalum dilatatum</i> Poiret				7.69	0.30	0.46
<i>Poa trivialis</i> L.	57.69	10.37	16.27			
<i>Setaria glauca</i> (L.) P.Beauv.	23.08	3.15	4.62	46.15	11.37	14.42
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	11.54	0.80	0.81			
<b>POLYGONACEAE</b>						
<i>Polygonum aviculare</i> L.	3.85	0.21	0.15	3.85	1.09	0.65
<i>Polygonum hydropiper</i> L.				19.23	2.79	2.46
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.				11.54	0.28	0.42
<i>Polygonum persicaria</i> L.				3.85	0.29	0.42
<i>Rumex crispus</i> L.	46.15	1.70	2.15	30.77	0.59	0.73
<b>POLYPODIACEAE</b>						
<i>Dryopteris filix-max</i> (L.) Schott	11.54	0.44	0.35	15.38	0.69	0.69
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	3.85	0.10	0.15			
<b>PORTULACACEAE</b>						
<i>Portulaca oleracea</i> L.	3.85	0.04	0.04	3.85	0.09	0.12
<b>PRIMULACEAE</b>						
<i>Anagallis arvensis</i> L.	11.54	0.16	0.19	3.85	0.20	0.19
<b>RANUNCULACEAE</b>						
<i>Ranunculus acris</i> L.	26.92	1.01	1.27			
<b>ROSACEAE</b>						
<i>Fragaria vesca</i> L.	3.85	0.04	0.08			
<i>Rubus</i> sp.	11.54	0.19	0.08	3.85	0.03	0.04
<b>RUBIACEAE</b>						
<i>Galium aparine</i> L.	7.69	0.13	0.19	3.85	0.12	0.08
<b>SCROPHULARIACEAE</b>						
<i>Veronica</i> sp.	15.38	0.18	0.23	7.69	0.36	0.42
<b>SOLANACEAE</b>						
<i>Solanum nigrum</i> L.	7.69	0.08	0.08	19.23	0.32	0.38
<b>URTICACEAE</b>						
<i>Urtica dioica</i> L.	61.54	3.26	3.92	46.15	5.13	5.23

\*F= Frequencies, GC= General Coverage, D = Densities

Table 3. The most frequently observed five weeds' general coverage (%), densities (plant/m<sup>2</sup>) and frequencies (%) in kiwifruit orchards in Ordu

Çizelge 3. Ordu ili kivi bahçelerinde en fazla görülen beş yabancı ot türünün genel kaplama (%), yoğunluk (bitki/ m<sup>2</sup>) ve rastlama sıklıkları (%)

Weed species Yabancı ot türleri	1 <sup>st</sup> Period (April-May) 1. Dönem (Nisan-Mayıs)			Weed species Yabancı ot türleri	2 <sup>nd</sup> Period (September-October) 2. Dönem (Eylül-Ekim)		
	F (%)*	GC (%)*	D (plant/m <sup>2</sup> )*		F (%)*	GC (%)*	D (plant/m <sup>2</sup> )*
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	69.23	2.86	3.27	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	53.85	1.87	1.81
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	65.38	8.07	11.38	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	50.00	1.43	1.35
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	65.38	3.40	4.12	<i>Urtica dioica</i> L.	46.15	5.13	5.23
<i>Urtica dioica</i> L.	61.54	3.26	3.92	<i>Setaria glauca</i> (L.) P.B.	46.15	11.37	14.42
<i>Poa trivialis</i> L.	57.69	10.37	16.27	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	42.31	4.68	5.31

\*F= Frequencies, GCA= General Coverage, D = Densities

## Conclusions

Even though kiwifruit farming is a new field in Turkey, production and consumption are increasing day by day. Kiwifruit farming in Turkey is mostly done especially in the Black Sea Region. Current developments show that kiwifruit can produce a variety of products in places where hazelnut and tea production are made.

Despite the rapidly increasing human population in the world, agricultural production areas are gradually decreasing. In order for humans not to suffer from food shortage, it is necessary to obtain more yield from agricultural production areas. For this, it is necessary to combat diseases, insects and weeds which damage culture plants in a correct and effective way. As a result, we are able to protect our nature and we are also able to produce quality and high yield.

With this study;

It has been determined that the general weed coverage (%) is higher in the kiwifruit orchards that are surveyed.

It was determined that the population of weed was high because the amount of rainfall in Ordu province Black Sea Region is higher than other regions.

In order to obtain better yields in the kiwi production areas in our country, the plant protection method (disease agents, insects and weeds) will be reached with the right and timely struggle with the desired aim.

In this study, we have determined frequency (%), coverage area (%), density (plant/m<sup>2</sup>) of kiwifruit orchards, which is one of the important agricultural products grown in Ordu and its districts. This work will help raise awareness of the kiwi producer and shed light on other work.

## Acknowledgment

This study was supported by Ordu University Scientific Researchs Project Coordination Unit (ODU BAP, Project no: TF-1458). This study was also accepted master thesis in Department of Plant Protection, Institute of Science, University of Ordu.

## References

- Anonymous, 2003. A Pest Management Strategic Plan for Kiwifruit Production in California-The California Kiwifruit Commission. [http://www.ipmcenters.org/pmsp/pdf/CA\\_KIWIFRUIT.PDF](http://www.ipmcenters.org/pmsp/pdf/CA_KIWIFRUIT.PDF)-(Date of access: 27.06.2014).
- Anonymous, 2012. Kivi aşırı soğuk ve sıcak sevmiyor. *Hasad Bitkisel Üretim Aylık Tarım Dergisi*, 28(331): 62-74.
- Anonymous, 2013a. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> - (Date of access: 27.01.2016)
- Anonymous, 2013b. Ordu ismi nereden geliyor? Ordu şehir ismi hikayesi efsanesi. <http://www.bilginasil.com/ordu-ismi-nereden-geliyor-ordu-sehir-ismi-hikayesi-efsanesi.html>-( Date of access: 30.01.2016).
- Anonymous, 2014a. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları. Ordu İli Tarım Master Planı. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Yayın no: 22, Bağcılar/İstanbul, 468s.
- Anonymous, 2014b. Kiwifruit Pest Management Guidelines. Integrated Weed Management. <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r430700111.html> (Date of access: 01.07.2014).
- Anonymous, 2015. <http://rapory.tuik.gov.tr/19-02-2016-21:03:09-9281100645772351291168834024.html>?- (Date of access:19.02.2016).
- Davis, P. H., 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh at the University Press, Edingburg, Volume 1-10.
- Deveci, M., 2003. Ordu İli Kivi Bahçelerinde Bulunan Bitkiler, Bunların Yoğunlukları ve Rastlama Sıklıklarının Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Ordu Ziraat Fakültesi Ulusal Kivi ve Üzüm Meyveler Sempozyumu, 23-25 Ekim 2003, Ordu, 197-202 s.
- Güner, A., Arslan, S., Ekim, T., Vural M., Babaç, M.T., 2012. Türkiye Bitkiler Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Hanf, M., 1990. Ackerunkrauter Europas. Mit Ihren Keimlingen und Samen, Germany, 496 pp.
- Odom, E.P., 1971. Fundamentals of Ecology. W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, 574 pp.
- Tiryaki, O., 2011. Pestisit Kalıntı Analizlerinde Kalite Kontrol (QC) ve Kalite Güvencesi (QA). Nobel Yayın No:1635, Ankara.
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., Üremiş, İ., 1993. Türkiye'nin Yabancı Otları ve Bazı Özellikleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, No:78, Adana, 513 s.



## Farklı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Pomolojik, Fitokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri

Aslı Neslihan ÖZDEN<sup>1\*</sup>, Bekir Erol AK<sup>2</sup>, Mustafa ÖZDEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Suruç Meslek Yüksekokulu, Seracılık Programı, Şanlıurfa

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

<sup>3</sup>Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ayhan Şahenk Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde

\*Sorumlu Yazar: aozden@harran.edu.tr

### Öz

Nar içerdiği yüksek miktardaki fenolik bileşikler ve flavonoidlerden dolayı son yıllarda araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Bu çalışmada üç farklı nar (Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası) çeşidinin fitokimyasal kapsamları ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan çeşitlerin pomolojik ölçümlerinin yanısıra, dane, kabuk ve çekirdeklerin toplam antosiyanin (TA), toplam fenolik bileşikler (TP) ve toplam flavonoid kapsamları ile antioksidan kapasiteleri, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) serbest radikalinin süpürülmesi, Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) ve Fosfomolibden Mo(VI) metodlarıyla belirlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı olarak Suruç (633.75 g) ve Hicaznar (621.42 g) çeşitleri arasında istatistiksel fark bulunmazken, Suruç Karası ortalama meyve ağırlığı (330.22 g) ile diğerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Ölçülen diğer pomolojik özelliklerde benzer sonuçlar bulunmuştur. Nar çeşitlerinin meyve kabuklarının fenolik ve flavonoid kapsamları dane ve çekirdeğe göre daha yüksek ölçülmüştür. Kullanılan çeşitlerin meyve, kabuk ve çekirdeklerinin toplam fenolik ve flavonoid kapsamlarına bağlı olarak örneklerin etanolik ekstraktları DPPH serbest radikalini süpürmüş, Fe<sup>+3</sup> ve Mo(VI) iyonları indirgenmiştir. Araştırma verilerine göre, çeşitlerin antioksidatif özellikleri bakımından örneklerin toplam fenolik ve flavonoid kapsamları, çeşitlerinin ölçülen pomolojik özellikleri ve antosiyanin içeriğinden çok daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Nar, *Punica granatum* L., Fenolik bileşikler, Antioksidan kapasitesi

## Pomological, Phytochemical Properties and Antioxidant Capacities of Different Pomegranate Varieties (*Punica granatum* L.)

### Abstract

Recently pomegranate has drawn researchers' attention because of its high amount of phenolics and flavonoids content. In this study, it was aimed that determination of phytochemical properties and antioxidant capacities of three different pomegranate varieties (Suruç, Hicaznar, and Suruç Karası). In addition to pomological measurements, total anthocyanins (TA), phenolics (TP), and flavonoids contents and antioxidant capacities of ethanolic aril, peel, and seed extracts were ascertained by the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging, Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP), and Phosphomolybdenum Mo(VI) methods. While the difference between average fruit weights of Suruç (633.75 g) and Hicaznar (621.42 g) was not significant, the average fruit weight of Suruç Karası (330.22 g) variety was significantly dissimilar from the others. It was also found similar results in the pomological properties measured. Total phenolic and flavonoid contents of ethanolic peel extract of cultivars were significantly higher in comparison into total phenolic and flavonoid contents of ethanolic aril and seed extracts. Ethanolic extract of the fruit parts scavenged DPPH free radical, reduced Fe<sup>+3</sup> ions to Fe<sup>+2</sup>, and Mo(VI) to Mo(V) depend upon TA, TP, and flavonoid contents of the aril, peel, and seed ethanolic extract of the cultivars. Based on the data set of the study, total phenolic and flavonoid contents of the cultivars

related with antioxidative properties were much more significant than pomological properties or anthocyanin contents of peel, aril, and seeds of pomegranate varieties assayed in the study.

**Key Words:** Pomegranate, *Punica granatum* L., Phenolic compounds, Antioxidant capacity

## Giriş

Son yıllarda biyomedikal araştırma alanındaki hızlı ilerlemelerle birlikte, geçmişten günümüze insan beslenmesinde doğal olarak kullanılan bitkisel ürünlerin önemli özelliklerinin ortaya çıkartılması konusu araştırmacılar için ilgi odağı olmuştur. Bundan dolayıdır ki birçok doğal bileşiğin hastalık önleme veya tedavisindeki potansiyel etkilerinin belirlenmesi için biyolojik ve kliniksel olarak detaylı araştırmalar yürütülmektedir (Hertog ve ark., 1996; Liu, 2003; Halliwell ve ark., 2007.) Bitkilerde ikincil metabolizma ürünleri olarak tanımlanan sekonder bileşikler; meyve, tohum, çiçek, yaprak, dal ve gövde gibi bitkinin farklı organlarında bulunabilirler (Aydın ve Üstün, 2007). Bu bileşikler, canlıların normal hücresel faaliyetleri sonucu oluşan, fazla üretildiği durumlarda canlıların DNA'sı, hücre yapıları ve organelleri üzerinde zararlı etkileri olan serbest radikalleri temizleyebilme özelliklerinden dolayı özel ilgi çekmektedir (Çetin, 2010; Villano ve ark., 2007). Bitkiler tarafından doğal olarak üretilen fenolik bileşikler; fenolik asitler ve flavonoidler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Literatürde, bitkilerdeki fenolik bileşiklerin belirlenmesi ve bu bileşiklerin canlılar üzerindeki olumlu etkilerinin neler olabileceği üzerine birçok çalışma vardır (Gil ve ark., 2002; Liu ve ark., 2002; Karaaslan ve ark., 2014).

Özellikle kırmızı meyveler yüksek miktarda biyoaktif bileşik kaynakları olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda nar içerdiği yüksek miktardaki vitamin C, flavonoidler, gallotanninler, siyanindin, pelargonidin ve

delphinidin glikozidler gibi doğal biyoaktif bileşiklerden dolayı son yıllarda araştırmacıların ilgi odağı olmuştur (Mousavijena ve ark., 2009; Karaaslan ve ark., 2014). Narın fenolik kapsamını etkileyen faktörler bitkinin genetik yapısı, yetiştirildiği iklim ve toprak koşulları ve hasat sonrası depolama koşullarıdır.

Dünya nar üretiminde önemli bir yere sahip olan Türkiye, 2014 üretim yılı itibariyle 397.335 tona ulaşmıştır (TÜİK, 2015). Narın ülkemizde çok farklı tüketim şekilleri olup bunlar; taze meyve, meyve suyu, konsantre meyve suyu, şekerlemeler, nar ekşisidir. Günümüze kadar yapılan araştırmalarla Türkiye nar genotiplerinden bazılarının fitokimyasal kapsamı ve antioksidan kapasiteleri ortaya konmuş olmasına rağmen çalışmada kullanılan yerel nar çeşitlerinin özelliklerini ortaya koyan bir çalışma mevcut değildir (Özgen ve ark., 2008; Gözlekçi ve ark., 2011; Karaaslan ve ark., 2014). Yapılan araştırmalar, nar suyu, nar kabuğu ve tohumlarının sekonder metabolitler bakımından oldukça zengin olduklarını göstermiştir (Elfalleh ve ark., 2012; Türkyılmaz, 2013).

Bu çalışmada Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen üç farklı nar (Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası) çeşidinin fitokimyasal kapsamı ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Bitki Materyali

Meyve özellikleri bakımından farklılık gösteren 3 nar çeşidinin (Şekil 1) bu farklılıklarının fitokimyasal özellikleri ve antioksidan kapasiteleri üzerindeki



etkinliklerinin araştırıldığı bu çalışmada Şanlıurfa'nın Suruç ilçesindeki kapama nar bahçesinden temin edilen Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası çeşitlerine ait narlar kullanılmıştır. Meyveler ticari hasat olgunluğuna eriştiği zaman (18.10.2013) her bir çeşide ait sağlıklı 10'ar ağaçtan 4'er tane olacak şekilde hasat edilerek hemen biyoteknoloji laboratuvarına getirilerek örnekler üzerinde gerekli ölçümler yapıldıktan sonra meyve ekstraksiyonları yapılarak örnekler analiz zamanına kadar -20°C de muhafaza edilmiştir.

Denemede kullanılan çeşitlerin özellikleri aşağıda sunulmuştur;

**Suruç:** Şanlıurfa'nın Suruç ilçesinde yetiştirilen yerel çeşitlerdendir. Kabuk zemin rengi sarıdır olgunlukla birlikte yer yer pembeleşir. Meyveler çok iridir. Daneler iri ve pembe, meyve mayhoş-tatlıdır, çekirdekler iri ve orta serttir. Meyve kabuğu incedir, kolay çatlar.

**Hicaznar:** Ülkemizde Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde nar bahçesi tesisinde öncelikle Hicaznar çeşidi tercih edilmektedir. Bu çeşit kabuk ve dane renginin koyu kırmızı olmasından dolayı yüksek albeniye sahiptir. Yola ve depolamaya dayanımı çok yüksektir. Daneler orta-küçük, meyve mayhoştur, çekirdekler orta serttir, meyve kabuğu kalın ve çatlamaya orta derecede dayanıklıdır.

**Suruç Karası:** Şanlıurfa'nın Suruç ilçesinde yetiştirilen yerel bir nar çeşididir. Kabuk rengi mordur. Meyveler küçük ve çok ekşi olduğundan sofralık olarak pazar değeri yoktur. Daneler küçük, beyaz-kırmızıdır, çekirdekler büyük ve çok serttir. Meyve kabuğu çok kalın ve çatlamaya dayanıklıdır.

#### *Meyve Ekstraksiyonu*

Nar danesi, kabuk, ve çekirdek etanolik ekstraksiyonları için, soğuk blender içerisinde

püre haline getirilen sırasıyla 20, 20 ve 2.5 g'lık homojenatlar % 0.1 HCl içeren 100 ml etanol içerisinde 24 saat karanlıkta maserasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra homojenatlar Whatman No.1 filtre kağıdı ile vakum altında filtre edilmiştir. Elde edilen ekstraksiyonun belirli bir kısmı ayrılarak toplam antosiyanin tayininde kullanılırken kalan kısmın alkolü rotary evaporatörde (50°C) uçurulduktan sonra konsantre hale getirilen ekstraktların biyoaktif bileşikleri, antiradikal aktiviteleri ve toplam antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir.

#### *Meyvelerde Pomolojik Ölçümler*

Laboratuvara getirilen meyveler yıkanıp kurulandıktan sonra homojen gruplar oluşturularak üzerlerinde pomolojik ölçümler olarak çeşitlerin meyve ağırlıkları ve 100 dane ağırlıkları belirlenmiştir. Her bir çeşidi temsil edecek şekilde seçilen meyveler danelenerek örneklerin suda çözünür kuru madde (briks) değerleri el refraktometresi (Atago, N-50E, Tokyo, Japonya) yardımıyla belirlenmiştir. pH değerleri, pH-metre (ProLine Plus Dijital pH meter) kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaçla, 10 g nar danesi 100 ml dH<sub>2</sub>O ilave edilerek soğuk blendır içerisinde parçalandıktan sonra pH değeri belirlenmiş, takiben, 0.1 N NaOH ile pH 8.2'e ulaşıncaya kadar titre edilmiş ve ölçümler oda sıcaklığında yapılmıştır. Titre edilebilir asit (TA) miktarı, 10 ml nar suyunu 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titre edilerek harcanan NaOH miktarından hesaplanmış ve g sitrik asit 100 ml<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2007). Titre edilebilir asitlik aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

Titre Edilebilir Asitlik (%) = (V)(E)(100)/M

V: Harcanan 0.1N NaOH miktarı (ml)

E: 1 ml 0.1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı (g)

M: Titre edilen örneğin gerçek miktarı (ml)

Örneklerin renk tayini için, üretici firma tarafından kalibrasyonu yapılan renk ölçüm cihazı (Colour Quest XE, USA) kullanılmıştır. Daha sonra ölçülen a\*(Kırmızılık), b\* (Sarılık) değerleri kullanılarak;  
Hue açısı =  $\tan^{-1} (b/a)$  eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

#### *Toplam Antosiyanin (TA), Toplam Fenolik Bileşikler (TP) ve Toplam Flavonoidlerin Belirlenmesi*

Ekstraktların TA içerikleri Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından belirtilen pH-differansiyel yöntemi ile tayin edilmiştir. Bu yöntemle göre, 0.025 M KCl tamponu (pH 1.0) ve 0.4 M CH<sub>3</sub>COONa tamponu (pH 4.5) içinde 15 dakika oda sıcaklığında inkübasyona tabi tutulan ekstraktların spektrofotometrik absorpsiyonları 520 ve 700 nm de ölçülerek ve absorpsiyon değerleri aşağıdaki formülle bulunmuştur.

$$A = (A_{\lambda 520} - A_{\lambda 700})_{pH 1.0} - (A_{\lambda 520} - A_{\lambda 700})_{pH 4.5}$$

Wrolstad (1976)'a göre toplam antosiyanin miktarı ise aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır.

$$TA \text{ (mg/kg)} = A \times MA \times SF \times 1000 / \epsilon \times 1$$

A: absorpsiyon, siyanidin-3-glukosid'in moleküler ağırlığı

MA: 449.2 g mol<sup>-1</sup>

SF: Seyreltme faktörü

$\epsilon$ : molar absorpsiyon katsayısı (26.900)

Nar meyve, kabuk ve çekirdek ekstraktlarının TP içerikleri Slinkard ve Singleton (1977) metodunun modifikasyonu ile belirlenmiştir. Test tüplerindeki (0.02 ml) örnekler sırasıyla 2.480 ml dH<sub>2</sub>O ve 0.2 ml Folin-Ciocalteu's ayracı eklenmiştir. Yaklaşık 8 dakika sonra karışımlara Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (0.30 ml) ilave edilerek homojen şekilde karışımı sağlanmıştır. Daha sonra karışımlar oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra örneklerin absorpsiyon değerleri 750 nm'de okunmuş ve nar

ekstraktlarındaki toplam fenolik bileşiklerin konsantrasyonları (mg kg<sup>-1</sup>), gallik asit standard grafiği kullanılarak belirlenmiştir.

Örneklerin toplam flavonoid içerikleri Zhishen metodu (Zhishen ve ark., 1999) olarak belirtilen alüminyum klorid kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Bu metoda göre, 10 ml'lik ölçü silindirene 1 ml nar ekstraktı veya standart kateşin solüsyonu (20, 50, 80, 100, 250 mg l<sup>-1</sup>) konulduktan sonra 4 ml dH<sub>2</sub>O, % 5 lik 0.3 ml NaNO<sub>2</sub> ilave edilmiştir. 5 dakika sonra, karışıma % 10' luk AlCl<sub>3</sub> dan 0.3 ml eklenmiştir. Daha sonra 6. dakikada karışıma 1M NaOH'den 2 ml ilave edilerek toplam hacim 10 ml'ye dH<sub>2</sub>O ile tamamlanmıştır. Solüsyon iyice karıştırıldıktan sonra örneklerin absorpsiyonları spektrofotometrenin 510 nm dalga boyunda ekstrakt içermeyen köre karşı okunmuştur. Örneklerin toplam flavonoid içerikleri mg kateşin eşdeğeri (KE) kg<sup>-1</sup> taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

#### *Serbest Radikallerin Süpürülmesi ve Toplam Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi*

Örneklerin serbest radikalleri süpürme gücü, Blois (1958) tarafından önerilen 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) metodu ile ölçülmüştür. Etanol ile seyreltilerek elde edilen değişik konsantrasyonlardaki 0.1 ml nar ekstraktlarına 2.9 ml DPPH (0.1 mM) eklendikten sonra karışımın absorpsiyon değeri 517 nm de 15 dakika sonunda ölçülmüştür. Her bir uygulamaya ait örneğin serbest radikali indirgeme kapasitesi aşağıda belirtilen formül aracılığıyla % olarak belirlenmiştir.

$$\text{DPPH İnhibasyonu (\%)} = [(Ac-As)/Ac \times 100]$$

Örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri Fosfomolibden ve FRAP metodlarıyla belirlenmiştir. Fosfomolibden metodunun temel prensibi, bitki ekstraktları tarafından Mo (VI)'nın Mo (V)'e indirgenerek asidik

ortamda yeşil fosfat Mo (V) bileşiğinin oluşmadır. Prieto ve ark., (1999) metoduna göre 0.3 ml ( $20\mu\text{g ml}^{-1}$ ) bitki ekstraktı 3 ml ayraç solüsyonu ile karıştırılarak reaksiyon solüsyonu (0.6 M sülfürik asit, 28 mM sodyum fosfat, 4 mM amonyum molibdat)  $95^{\circ}\text{C}$  de 90 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon işleminden sonra örnekler hızlıca kırık buz içinde soğutulduktan sonra 695 nm de absorbansları okunmuştur. Elde edilen değerler, pozitif kontrol olarak kullanılan Askorbik asidin farklı konsantrasyonlarda ( $20\text{-}250\text{ mg ml}^{-1}$ ) hazırlanan askorbik asit standart eğrisinden yararlanılarak  $\mu\text{g}$  askorbik asit ekivalanı ( $\text{mg AE ml}^{-1}$ ) olarak ifade edilmiştir.

İndirgeme Kuvveti Tayini (FRAP), araştırmada elde edilen etanolik nar ekstraksiyonlarının indirgeme gücü Oyaizu (1986) metoduna göre yapılmıştır. Farklı indirgeme potansiyeline sahip ekstraktlar potasyum ferrisiyanat ( $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) ile reaksiyona girdiğinde  $\text{Fe}^{+3}$  iyonları indirgenerek potasyum ferrosiyanat ( $\text{Fe}^{+2}$ ) oluşur. Daha sonra potasyum ferrosiyanat,  $\text{FeCl}_3$  ile reaksiyona girdiğinde maksimum absorpsiyonu 700 nm olan demir ferric ve ferrous kompleksleri oluşur. Oyaizu metoduna göre, indirgeme potansiyeline sahip 1 ml'lik etanolik nar ekstraktları ( $20\mu\text{g ml}^{-1}$ ), 2.5ml fosfat tampon çözeltisi (0.2 pH: 6.6 ) ve 2.5 ml %1'lik potasyum ferrisiyanat ( $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) çözeltisi 15 ml'lik falkon tüplerinde karıştırılmıştır. Karışım  $50^{\circ}\text{C}$ 'de 20 dakika inkübe edildikten sonra kırık buz içinde hızlıca soğutulmuştur. Daha sonra karışımlara 2.5 ml %10'luk triklorasetik asit (TCA) ilave edilerek 2000 rpm de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Elde edilen süzektan alınan 2.5 ml'lik süpernatantın seyreltilmesiyle elde edilen karışıma 0.5 ml % 0.1'lik  $\text{FeCl}_3$  ilave edildikten sonra 700 nm de absorbans değerleri okunmuştur. Pozitif

kontrol olarak kullanılan farklı konsantrasyonlardaki Butilhidroksitolünün (BHT) ( $20\text{-}250\text{ mg ml}^{-1}$ ) kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak örneklerin indirgeme kuvveti  $\mu\text{g BHT mg}^{-1}$  taze ağırlık olarak ifade edilmiştir. Konsantrasyon arttıkça artan absorbans değeri örneklerin indirgeme yeteneğini göstermektedir.

#### *İstatiksel Analiz*

Araştırmada ölçülen özellikler için her bir çeşide ait örnekler 3 tekerrürlü her tekerrürde 3 örneğin ortalaması alınmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve çeşitler arasındaki farklılığı belirlemek için LSD testi ( $p \leq 0.05$ ). (SAS Institute, 1995) kullanılmıştır.

#### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

##### *Meyvelerin Pomolojik Özellikleri*

Araştırmada kullanılan çeşitlerin ortalama meyve ağırlıkları 330.22 ile 633.75 g arasında değişmiştir (Çizelge 1). Ortalama meyve ağırlığı bakımından Suruç ve Hicaznar çeşitleri arasında istatistiksel fark bulunmazken, Suruç Karası ortalama meyve ağırlığı ile diğerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Çeşitler arasında en yüksek ortalama meyve ağırlığı 633.75 g ile Suruç çeşidinde ölçülürken, en düşük değer 330.22 g ile Suruç Karası'nda ölçülmüştür. Hicaznar çeşidine ait ortalama meyve ağırlığı 621.42 g olarak belirlenmiştir. Gündoğdu ve ark. (2015)'nin yapmış olduğu çalışmada Hicaznar çeşidinin ortalama meyve ağırlığının 471.23 g olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz Hicaznar çeşidine ait meyvelerin ortalama ağırlığındaki fark yetiştirme koşulları ve meyvelerin alındığı ağaçların yaşlarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Ortalama meyve ağırlığı sıralaması büyükten düşüğe doğru, Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası olarak belirlenmiştir. Çeşitlere

ait 100 dane ağırlıkları arasındaki farkın önemli olduğu, en ağır danelere sahip çeşidin Suruç, en hafif danelere sahip çeşidin ise Suruç Karası olarak belirlenmiştir. Örneklerin etanolik meyve ekstraktlarına ait hue değerleri 33.04 ile 179.02 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Çeşitlerin meyve ekstraktı renklerine paralel olarak (Şekil 1), çeşitler arasında en yüksek hue değeri 179.02 ile Hicaznar çeşidinde ölçülürken en düşük değer 33.04 ile Suruç çeşidinde

ölçülmüştür. Suruç Karası'nın hue değeri 175.99 olarak belirlenmiştir. Çeşitlerin etanolik kabuk ekstraktlarına ait hue değerleri ise 16.23 ile 98.97 arasında değişmiştir (Çizelge 1). Çeşitler arasında en yüksek açıcı değeri 98.97 ile Suruç çeşidinde ölçülürken en düşük değer 16.23 ile Suruç Karası'nda belirlenmiştir. Bu durumda kabuk ekstraktlarının hue değeri yüksekten düşüğe doğru sırasıyla Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası'nda ölçülmüştür.

Çizelge 1. Nar çeşitlerinin meyve ve 100 dane ağırlıkları, meyve suyu ve meyve kabuğu ekstraktlarının ortalama (ort değer  $\pm$  sem) Hue<sup>o</sup> değerleri.

Table 1. Average weight (g) of pomegranate fruit and 100 aril, average Hue<sup>o</sup> values of fruit juice and fruit peel ethanolic extracts.

Çeşitler Varieties	Meyve ağırlığı (g) Weight of fruit (g)	Dane ağırlığı (100 dane g <sup>-1</sup> ) Weight of aril (100 arils g <sup>-1</sup> )	Meyve Hue <sup>o</sup> Average Hue <sup>o</sup> values of fruit	Kabuk Hue <sup>o</sup> Average Hue <sup>o</sup> values of fruit peel	Meyve ekstrakt rengi Color of fruit ethanolic extracts
Suruç	633.75 $\pm$ 32.58 a	61.20 $\pm$ 1.26 a	31.36 $\pm$ 1.97 b	98.96 $\pm$ 0.01 a	Pembe
Hicaznar	621.42 $\pm$ 27.26 a	35.56 $\pm$ 0.55 b	179.02 $\pm$ 1.32 a	53.77 $\pm$ 0.17 b	Kırmızı
Suruç Karası	330.22 $\pm$ 6.58 b	32.33 $\pm$ 0.22 c	175.99 $\pm$ 0.25 a	16.23 $\pm$ 0.35 c	Açık Pembe

Nar çeşitlerinin pomolojik özellikleri arasındaki farklılıklar LSD testine göre belirlenerek harflerle ifade edilmiştir. Aynı kolondaki farklı harfler P $\leq$ 0.05 seviyesinde farklılığı ifade etmektedir.

Differences between pomological properties of pomegranate varieties are expressed in letters determined by the LSD test. Different letters in the same column refers to the difference at P $\leq$ 0.05 level.

Çizelge 2. Çeşitlerin suda çözünebilir kuru madde miktarları (%), pH ve titrasyon asitliği (%)

Tabel 2. Total soluble solids (%), pH, and titratable acidity of pomegranate varieties.

Çeşitler Varieties	SÇKM (%) Total soluble solids (%)	pH pH	Titrasyon asitliği (%) Titratable acidity (%)
Suruç	15.16 $\pm$ 0.16 a	3.40 $\pm$ 0.006 a	1.34 $\pm$ 0.02 a
Hicaznar	17.25 $\pm$ 0.33 a	3.39 $\pm$ 0.005 a	1.30 $\pm$ 0.015 a
Suruç Karası	17.50 $\pm$ 0.66 b	3.06 $\pm$ 0.016 b	2.91 $\pm$ 0.11b

Nar çeşitlerinin pomolojik özellikleri arasındaki farklılıklar LSD testine göre belirlenerek harflerle ifade edilmiştir. Aynı kolondaki farklı harfler P $\leq$ 0.05 seviyesinde farklılığı ifade etmektedir.

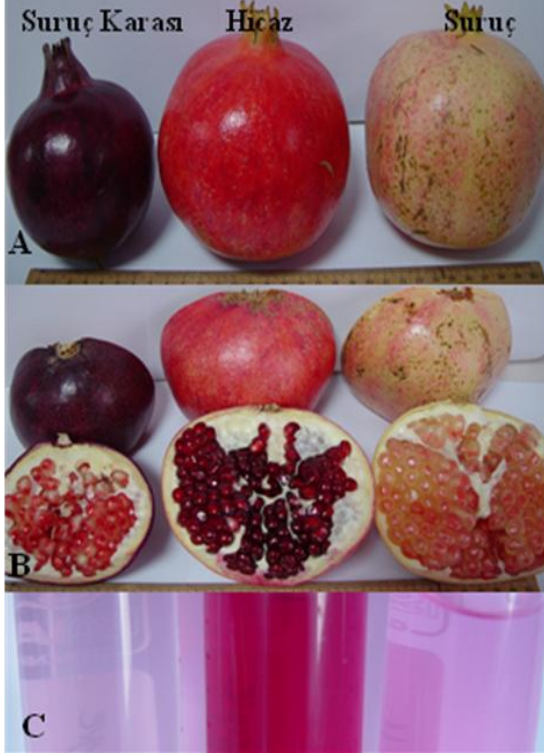
Differences between pomological properties of pomegranate varieties are expressed in letters determined by the LSD test. Different letters in the same column refers to the difference at P $\leq$ 0.05 level.

**Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM), pH ve Titrasyon Asitliği**

Araştırmada kullanılan çeşitlerin suda çözünebilir madde miktarları 15.16 ile 17.50 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Çeşitler arasında Suruç Karası 17.50 ile en yüksek suda çözünebilir madde miktarlarına sahip

iken Suruç 15.16 ile en düşük suda çözünebilir madde miktarlarına sahiptir. Çeşitlerin pH değerleri 3.06 ile 3.40 arasında ölçülmüştür (Çizelge 2). En düşük pH değeri 3.06 ile Suruç Karası'nda ölçülürken Suruç ve Hicaznar çeşitlerinin pH değerleri sırasıyla 3.40 ve 3.39 olarak belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan çeşitlerin titrasyon asitlikleri 1.30 ile 2.91 arasında değişmiştir. En yüksek titrasyon asitliği 2.91 ile Suruç Karası'nda ölçülürken en düşük titrasyon asitliği 1.30 ile Hicaznarda ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarına göre titre edilebilir asit sıralaması Hicaznar> Suruç > Suruç Karası şeklinde belirlenmiştir (Çizelge 2).



Şekil 1. Araştırmada kullanılan nar (*Punica granatum* L.) çeşitleri. A; Nar meyveleri, B; Nar dane rengi, C: Meyve suyu ekstrakt renkleri

Figure 1. Pomegranate varieties (*Punica granatum* L.) used in the experiment. A; Pomegranate fruits, B; Fruit aril color, C; Ethanolic extract color of fruit juice

Gündoğdu ve ark. (2015)'nin nar çeşit ve genotiplerinin fizikokimyasal karakterizasyonu üzerine yapmış oldukları çalışmada hicaznar çeşidinin SÇKM 13.50, pH'sı 3.56, titrasyon asitliği 1.04 olarak belirlenmiştir. Bu değerler bizim

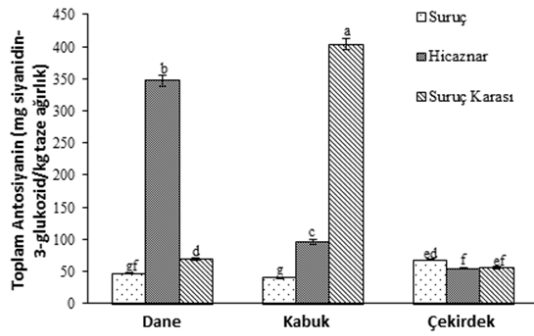
çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulardan farklılık arz etmektedir. Birbirine yakın tarihlerde hasat edildiği anlaşılan meyvelerde yapılan ölçümlerin farklılık göstermesine ağaçların yaşı, yetiştirildikleri bölgenin iklim ve toprak özellikleri ile kültürel uygulamalar etkili olmuştur.

#### *Nar Çeşitlerinin Fitokimyasal Özellikleri Nar Çeşitlerinin Toplam Antosiyanin (TA), Toplam Fenolik Bileşikler (TP) ve Toplam Flavonoidlerin Kapsamları*

Giusti ve Wrolstad (2001) tarafından belirtilen pH-differansiyel yöntemi ile tayin edilmiş olan etanolik nar örneklerinin toplam antosiyanin kapsamları Şekil 2'de, mg siyanidin-3-glukozid  $\text{kg}^{-1}$  taze ağırlık olarak verilmiştir. Örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre, en yüksek (403.27 mg siyanidin-3-glukozid  $\text{kg}^{-1}$  taze ağırlık) Suruç Karası kabuklarında ölçülmüşken, bu değeri Hicaznar meyvelerinde ölçülen antosiyanin miktarı takip etmiştir. Örneklerin meyve kabuk ve çekirdeklerinde ölçülen antosiyanin kapsamları karşılaştırıldığında, Suruç ve Hicaznar çeşitlerinin meyve daneleri yoğun renk pigmentleri içerirken, meyve danelerini çeşitlere ait kabuk ve çekirdekler izlemiştir. Suruç Karası'nda ise bu sıralama farklı olup kabuk> dane> çekirdek şeklinde bulunmuştur (Şekil 2).

Slinkard ve Singleton (1977) metodu kullanılarak belirlenmiş olan etanolik nar ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri gallik asit standart eğrisinden yararlanılarak mg GAE  $\text{kg}^{-1}$  taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Şekil 3). Farklı nar çeşitlerinin, meyve daneleri, kabuk ve çekirdeklerine ait örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre, en yüksek toplam fenolik madde kapsamları her üç çeşit için de kabuk örneklerinde ölçülmüş olup, Suruç Karasınının 16628.8 mg GAE  $\text{kg}^{-1}$  taze ağırlık ile en yüksek toplam fenolik

bileşikler kapsamına sahip olduğu belirlenmiştir. Suruç Karası çeşidini, Suruç (11440.0 mg GAE kg<sup>-1</sup> taze ağırlık) kontrol et ve Hicaznar (9484.4 mg GAE kg<sup>-1</sup> taze ağırlık)'ın izlediği belirlenmiştir. Meyve örneklerinin kısımlarının toplam fenolik içerikleri büyükten küçüğe doğru sıralandığında, kabuk> çekirdek> dane olarak belirlenmiştir (Şekil 3).



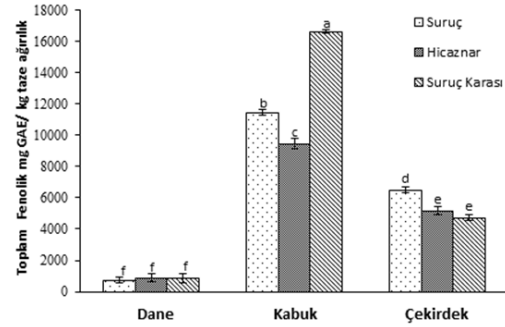
Şekil 2. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası nar çeşitlerinin toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glukozid kg<sup>-1</sup> taze ağırlık) Kapsamları. Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine (P<0.05) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 2. Total anthocyanin content (mg cyanidin-3-glucoside kg<sup>-1</sup> FW) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası pomegranate varieties. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at P<0.05 determined by the LSD test.

#### Nar Çeşitlerinin Toplam Flavonoid Kapsamları

Nar örneklerinin toplam flavonoid kapsamları Zhishen metodunda (Zhishen ve ark., 1999) belirtilen alüminyum klorit kolorimetrik yöntemle belirlenmiş ve etanolik nar ekstraktlarının toplam flavonoid

içerikleri kateşin standart eğrisinden yararlanılarak mg KE kg<sup>-1</sup> taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Şekil 4). Örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre, en yüksek (13828.8 mg KE kg<sup>-1</sup> taze ağırlık) toplam flavonoidler Suruç Karası kabuklarında ölçülmüşken, bu değeri Suruç (8462.2 mg KE kg<sup>-1</sup> taze ağırlık) ve Hicaznar (7151.1 mg KE kg<sup>-1</sup> taze ağırlık) meyvelerinin kabuklarında ölçülen flavonoidler takip etmiştir. Örneklerin meyve daneleri, kabuk ve çekirdeklerinde ölçülen flavonoid kapsamları karşılaştırıldığında, Suruç Karası ve Suruç çeşitlerinin meyve kabukları en yoğun renk pigmentleri içerirken, meyve kabuklarını, meyve çekirdekleri ve meyve danelerinin toplam flavonoid kapsamları takip etmiştir.

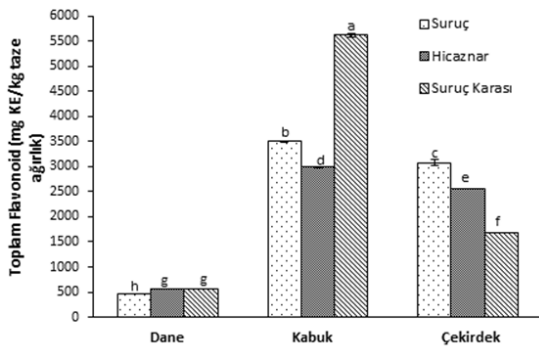


Şekil 3. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası nar çeşitlerinin toplam fenolik (mg GAE kg<sup>-1</sup> taze ağırlık) kapsamları. Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine (p<0.05) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 3. Total phenolic content (mg GAE kg<sup>-1</sup> FW) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası pomegranate varieties. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at P<0.05 determined by the LSD test.

#### DPPH Radikalini Süpürme Kapasitesi

Örneklerin serbest radikalleri süpürme aktivitesi, stabil bir serbest radikal molekülü olan 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) kullanılarak belirlenmiştir (Blois, 1958). Etanol ile seyreltilerek elde edilen değişik konsantrasyonlardaki ( $20-250 \mu\text{l ml}^{-1}$ ) farklı nar genotiplerinin meyve kısımlarına ait örneklerin 10 dakika reaksiyonu sonunda DPPH serbest radikalini süpürme aktivitesi belirlenmiştir..

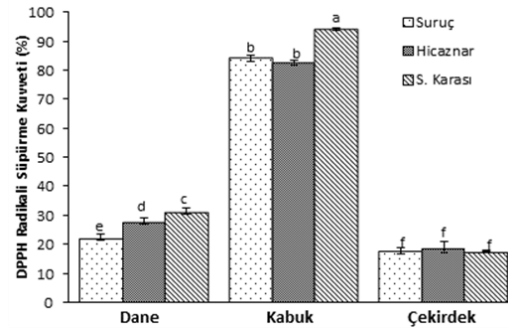


Şekil 4. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası Nar Çeşitlerinin Toplam Flavonoid (mg AE  $\text{kg}^{-1}$  taze ağırlık) Kapsamları. Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine ( $P \leq 0.05$ ) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 4. Total Flavonoid Content (mg AE  $\text{FW}^{-1}$ ) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası Pomegranate. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at  $P \leq 0.05$  determined by the LSD test.

Meyve kısımlarının etanolik ekstraktlarının DPPH serbest radikalini süpürme kapasiteleri farklı olup en yüksek süpürme kapasitesi meyve kabukları etanolik ekstraktlarında ölçülürken bunu

meyve daneleri ve çekirdekleri izlemiştir. Çeşitlerin DPPH radikal süpürme aktivitesi karşılaştırıldığında Kabuk; Suruç Karası > Suruç > Hicaznar; Dane: Suruç Karası > Hicaznar > Suruç, Çekirdek; Hicaznar > Suruç > Suruç Karası olarak sıralanmıştır (Şekil 5)



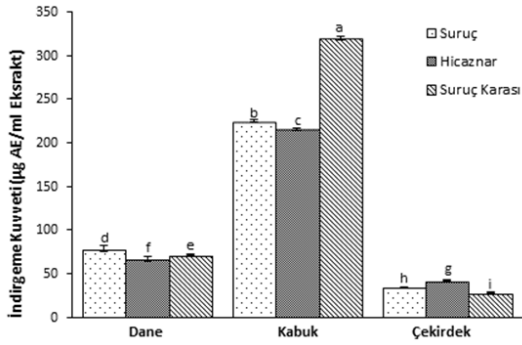
Şekil 5. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası Nar Meyve Daneleri, Kabuk ve Çekirdek Ekstraktlarının DPPH Radikalini Süpürme Aktivitesi. Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine ( $P \leq 0.05$ ) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 5. DPPH Free Radical Scavenging Activity (%) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası Pomegranate Fruit Ethanol Extracts. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at  $P \leq 0.05$  determined by the LSD test.

#### Fosfomolibden Metodu ile Toplam Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Fosfomolibden metodu ile belirlenen örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri Şekil 6'da verilmiştir. Araştırmada kullanılan çeşitlere ait örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri değerlendirildiğinde, en yüksek değer  $320.09 (\mu\text{gAE ml}^{-1}$  ekstrakt) olarak

Suruç Karası kabuk örneklerinde belirlenirken, bunu Suruç kabuk ( $224.96 \mu\text{g ml}^{-1}$ ), ve Hicaznar kabuk ekstraktları izlemiştir ( $215.41 (\mu\text{g ml}^{-1})$ ). Meyve danelerinin antioksidan kapasiteleri sırasıyla, Suruç, Suruç Karası ve Hicaznar örnekleridir. Her üç çeşit içinde geçerli olmak üzere kabuk> dane> çekirdek antioksidant kapasite sıralaması olarak belirlenmiştir.



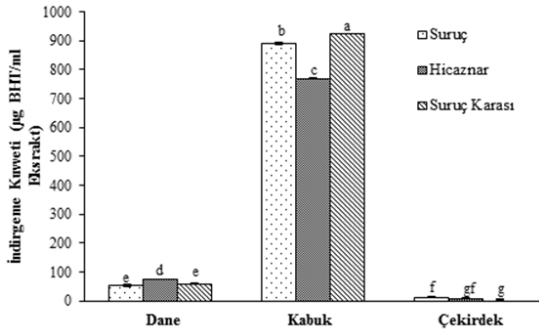
Şekil 6. Suruç, Hicaznar ve Suruç karası Nar Meyve Daneleri, Kabuk ve Çekirdek Ekstraktlarının Fosfomolibden Metodu ile Toplam Antioksidan Kapasiteleri ( $\mu\text{gAE ml}^{-1}$  ekstrakt). Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine ( $P \leq 0.05$ ) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 6. Total Antioxidant Capacity by Phosphomolybdate Method ( $\mu\text{gAE ml}^{-1}$  extract) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası Pomegranate Fruit Ethanol Extracts. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at  $P \leq 0.05$  determined by the LSD test.

#### FRAP Metodu ile Toplam Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Nar çeşitlerinin meyve daneleri, kabuk ve çekirdeklerinden alınan örneklerin antioksidan kapasiteleri Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metoduyla belirlenmiş ve örneklerin toplam antioksidan kapasiteleri Şekil 7'de verilmiştir. Farklı nar çeşitlerinin meyve daneleri, kabuk ve çekirdeklerinden alınan örneklerin antioksidan kapasiteleri değerlendirildiğinde en yüksek değer  $924.10 (\mu\text{gBHT ml}^{-1}$  ekstrakt) olarak Suruç Karası kabuk örneklerinde belirlenirken, bunu Suruç kabuk ( $890.8 \mu\text{gBHT ml}^{-1}$ ), ve Hicaznar kabuk ekstraktları izlemiştir ( $769.7 \mu\text{gBHT ml}^{-1}$ ). Meyve danelerinin antioksidan kapasiteleri sırasıyla, Hicaznar, Suruç Karası ve Suruç örnekleridir. Her üç çeşit içinde geçerli olmak üzere meyve kısımlarının antioksidan kapasiteleri sırasıyla kabuk > dane > çekirdek olarak belirlenmiştir (Şekil 7). Benzer şekilde Hajimahmoodi ve ark., (2008)'nin yapmış olduğu çalışmada, İran'da yetiştirilen 10 farklı nar çeşidinin meyve ve kabuk ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri FRAP metoduyla belirlenmiştir. Tüm çeşitlerde kabuk ekstraktlarının FRAP değerleri meyve ekstraktlarının FRAP değerlerinden yüksek bulunmuştur. Sadeghi ve ark., (2009)'nin İran'da yetiştirilen altı farklı nar çeşidinde yapmış olduğu çalışmada kabuk ekstraktlarının FRAP değerleri çekirdek ekstraktlarının FRAP değerlerinden yüksek bulunmuştur. Ardekani ve ark., (2011), nar kabuk ekstraktlarının antioksidan kapasitelerinin meyve ekstraktlarının antioksidan kapasitelerinden yaklaşık on kat fazla olduğunu belirtmişlerdir.





Şekil 7. Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası Nar Meyve Daneleri, Kabuk ve Çekirdek Ekstraktlarının FRAP Metodu ile Toplam Antioksidan Kapasiteleri ( $\mu\text{gBHT ml}^{-1}$  ekstrakt). Her bir nar çeşidinin meyve, kabuk ve çekirdeklerine ait sütunlar üzerindeki farklı harfler Least Significant Difference (LSD) testine ( $P \leq 0.05$ ) göre istatistiksel olarak farklılığı ifade etmektedir.

Figure 7. Total Antioxidant Capacity by FRAP Method ( $\mu\text{gBHT ml}^{-1}$  ethanolic extract) of Suruç, Hicaznar and Suruç Karası Pomegranate Fruit Ethanolic Extracts. Different letters on the columns belonging to Fruit, Peel, and Seed of each pomegranate variety are expressed statistical difference at  $P \leq 0.05$  determined by the LSD test

Günümüze kadar yayınlanmış birçok araştırma sonuçları meyve rengi ile meyve ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri arasında güçlü bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir. Bu sonucun aksine, mevcut araştırma sonuçları gerek meyvelerin hue değerleri gerekse antosiyanin kapsamlarıyla meyve çeşitlerinin antioksidan kapasiteleri arasında paralel bir ilişki bulunmamıştır. Hajimahmoodi ve ark., (2008) ve Sadeghi ve ark., (2009)'nın yapmış oldukları çalışmalarda, açık renkli kabuğa sahip çeşitlerin kabuk, dane ve çekirdek ekstraktlarının FRAP değerlerinin koyu renk

kabuğa sahip olanlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çam ve ark., (2009) nar meyvelerinin antosiyanin kapsamı ile antioksidan özellikler arasındaki ilişkinin önemli olduğunu belirtirken, Tzulker (2007), Karaaslan ve ark., (2014)'nin nar, Özden ve Vardin (2009)'nin nar çeşitleri üzerinde yürütmüş oldukları araştırma sonuçlarına göre meyvelerin antosiyanin kapsamlarıyla antioksidan aktiviteleri arasındaki ilişkiden ziyade meyvelerin toplam fenolik ve flavonoid bileşik kapsamlarının en önemli belirleyiciler olduğu ortaya konmuştur. Araştırmada kullanılan nar çeşitlerinin meyve kabukları fenolik ve flavonoid kapsamları dane ve çekirdeğe göre daha yüksek ölçülmüş olup bu sonuca paralel olarak nar çeşitleri ve meyve kısımlarının antioksidan aktiviteleri paralellik göstermiştir. Araştırma sonuçlarına paralel olarak Özden ve Özden (2014)'nin 14 farklı meyve çeşitleri üzerinde yürütmüş olduğu araştırma sonucuna göre meyvelerin antioksidan özelliklerinin meyvelerin özellikle sahip oldukları toplam fenolik kapsamlarıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarda çalışmada kullanılan çeşitlerin meyve danesi, kabuk ve çekirdeklerin toplam fenolik ve flavonoid kapsamları seviyesinde örnekler DPPH serbest radikalini süpürmüş,  $\text{Fe}^{+3}$  ve Mo (VI) iyonları indirgenmiştir.

## Sonuçlar

Bu çalışmada kullanılan Suruç, Hicaznar ve Suruç Karası nar çeşitlerinin fitokimyasal özellikleri ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan çeşitlerin pomolojik ölçümlerinin yanısıra, dane, kabuk ve çekirdeklerin toplam TA, toplam TP ve toplam flavonoid kapsamları ile antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığı olarak en ağır Suruç, daha sonra Hicaznarı ölçülürken en ufak nar

örnekleri Suruç karası örneklerinde ölçülmüştür. Ölçülen diğer pomolojik özelliklerde benzer sonuçlar bulunmuştur. Nar çeşitlerinin meyve kabuklarının fenolik ve flavonoid kapsamı dane ve çekirdeğe göre daha yüksek ölçülmüştür. Kullanılan çeşitlerin meyve, kabuk ve çekirdeklerinin toplam fenolik ve flavonoid kapsamına bağlı olarak örneklerin etanolik ekstraktları DPPH serbest radikalini süpürmüş, Fe<sup>+3</sup> ve Mo(VI) iyonları indirgenmiştir. Araştırma verilerine göre, çeşitlerin antioksidatif özellikleri bakımından örneklerin toplam fenolik ve flavonoid kapsamı, çeşitlerinin ölçülen pomolojik özellikleri ve antosiyanin içeriğinden çok daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırma verilerine göre, nar meyve ve kısımlarının toplam fenolik ve flavonoid kapsamı onların antioksidatif özelliklerini belirleyen önemli belirteçler olabileceği sonucuna varılmıştır.

#### Kaynaklar

- Ardekani, M. R. S., Hajimahmoodi, M., Oveisi, M. R., Sadeghi, N., Jannat, B., Ranjbar, A. M., Gholam, N., Moridi T., 2011. Comparative Antioxidant Activity and Total Flavonoid Content of Persian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars. Iran J Pharm Res. 2011 Summer; 10(3): 519–524.
- Aydın, S.A, Üstün, F., 2007. Tanenler kimyasal Yapıları, Farmakolojik Etkileri, Analiz Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 33(1): 21-31.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. Nature,18:1199-1200.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34. Ankara. 535 sayfa.
- Çam, M., Hışıl, Y., Durma, G., 2009. Clasification of Eight Pomegranate Juices Based on Antioxidant Capacity Measured by Four Methods. Food Chemistry,112.721726.
- Çetin, E.S., 2010. Asmada Hücre Süspansiyon Kültürleri ile Sekonder Metabolit Üretimi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. 128 sayfa.
- Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahia, Y., Nasri, N., Ferchichi, A. 2012. Total Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Pomegranate Peel, Seed, Leaf and Flower. Journal of Medicinal Plants Research, 6(32):4724-4730.
- Gil, M.L., Tomas-Barberan, F.A., Hess-Pierce, B., Kader, A.A., 2002. Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids, and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach, and Plum Cultivars from California. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 5:4976-4982.
- Giusti, M. M., Wrolstad, R.E., 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins bu UV-visible Spectroscopy. In: Current Protokols in Food Analytical Chemistry; Wrolstad, R.E., Ed.; John Wiley & Sons, New York.
- Gözlekçi, Ş., Saraçoğlu, O., Onursal, E., Özgen, M., 2011. Total Phenolic Distribution of Juice, Peel, and Seed Extract of Four Pomogranate Cultivars. Pharmacognosy Magazine, 7:161-164.
- Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Canan, İ., 2015. Nar (*Punica granatum* L.) Çeşit ve Genotiplerin Fizikokimyasal Karakterizasyonu. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 1(2):57-65.
- Hajimahmoodi, M., Oveisi, M. R, Sadeghi, N., Jannat, B, Hajibabi, M., Farahani, E.,Akrami, M. R., Namdar, R., 2008. Antioxidant Properties of Peel and Pulp Hydro Extract in Ten Persian Pomegranate Cultivars. Pak. J. Biol. Sci. 11-1600-1604.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M., 2007. Free Radicals in Biology and Medicine. 4th edition, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Hertog, M.G.L., Bas Bueno-de Mesquita, H., Fehily, A.M., Sweetnam, P.M., Elwood, P.C., and Kromhout, D., 1996. Fruit and Vegetable Consumption and Cancer in the Caerphilly Study. Cancer Epidemiology, Biomarker and Prevention, 5:673-677.
- Karaaslan, M., Vardin, H., Varlıklöz, S., Yılmaz, M.F., 2014. Antiproliferative and Antioxidant Activities of Turkish Pomegranate (*Punica granatum* L.) Accessions. International Journal of Food Science and Technologies, 49:82-90.
- Liu, M., Li, X.Q., Weber, C., Lee, C.Y., Brown, J., Liu, R.H., 2002. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Raspberries.

- Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50:2926-2930.
- Liu, R.H., 2003. Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combination of phytochemicals. American Journal of Clinical Nutrition, 78: 517- 520.
- Mousavijenad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezai, K., Khodaparast, M.H.H., 2009. Identification and Quantification of Phenolic Compounds Their Effects on Antioxidant Activity in Pomegranate Juices of Eight Iranian Cultivars. Food Chemistry, 115:1274-1278.
- Oyaizu, M., 1986. Studies on Product of Browning Reaction Prepared From Glucose Amine. Japanese Journal of Nutrition, 44:307-315.
- Özden, M., Vardin, H., 2009. Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen bazı şaraplık nar çeşitlerinin kalite ve fitokimyasal özellikleri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2): 21-27.
- Özden, M., Özden, A. N., 2014. Farklı Renkteki Meyvelerin Toplam Antosiyanin, Toplam Fenolik Kapsamlarıyla Toplam Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9(2):1-12.
- Özgen, M., Durgac, C., Serce, S., and Kaya, C., 2008. Chemical and Antioxidant Properties of Pomegranate Cultivars Grown in The Mediterranean Region of Turkey. Food Chemistry, 111:703-706.
- Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M., 1999. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity Through the Formation of a Phosphomolybdenum complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E. Analytical Biochemistry, 269(2):337-341.
- Sadeghi, N., Jannat, B., Oveisi, M. R., Hajimahmoodi, M., Photovat, M., 2009. Antioxidant Activity of Iranian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Seed Extracts. J.Agr.Sci.Tech. Vol.11:633-638.
- SAS, 1995. SAS/STAT Users guide. Version 6.12. SAS Institute, Cary North Carolina.
- Slinkard, K. And Singleton, V.L., 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28:49-55.
- TUİK, 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. [www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul](http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul).
- Tzulker, R., Glazerl., Bar-Ilan, I., Holland, D., Aviram, M., and Amir, R., 2007. Antioxidant Activity, Polyphenol Content, and Related Compounds in Different Fruit Juices and Homogenates Prepared from 29 Different Pomegranates Accessions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55:9559-9570.
- Villano, D., Fernandez-Pachon, M., Moya, M., Troncoso, A., Garcia-Parrilla, M., 2007. Radical Scavenging Ability of Polyphenolic Compounds Towards DPPH Free Radical. Talanta, 71:230-235.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64:555-559.



## Bazı Zeytin Çeşidi Yapraklarındaki Flavanol Miktarına Ağaç Yaşı, Çeşit ve Sulamanın Etkisi

Hakan ÇETİNKAYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 79000 Kilis  
\*Sorumlu yazar: hcetinkaya67@gmail.com

### Öz

Flavonoitler kimyasal yapıları ve biyolojik fonksiyonlarından dolayı bitki fizyolojisi ve sağlık açısından önemli bir gruptur. Bitkilerde bu bileşiklerin miktarı ve kompozisyonu yetiştirme tekniğine, çeşide, yetiştirildiği ekolojiye, sulamaya ve ürünün işleme şekillerine göre değişiklik göstermektedir. Zeytin bitkisinde bu maddelerin birçoğu sentezlenmektedir. Bu çalışmada, sulanan ve sulanmayan koşullarda iki farklı zeytin çeşidinin (Kilis Yağlık ve Gemlik) ve farklı yaşlardaki Kilis Yağlık çeşidi yapraklarının flavanol içerikleri yıl boyunca incelenerek çeşit, sulama ve yaş faktörlerinin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Kilis Yağlık zeytin çeşidi yaprakları Gemlik zeytin çeşidi yapraklarına göre daha fazla flavanol içermektedir. Yaş faktörünün yapraklarda flavanol içeriğine önemli bir etkisi bulunmamıştır. Sulamanın etkisi yönünden değerlendirildiğinde ise sulanmayan koşullarda yapraklarda daha fazla flavanol sentezlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Flavanoit, Flavanol, Kilis Yağlık, Gemlik

## Effects of Tree Age, Cultivar and Irrigation on Flavanol Content of Some Olive Cultivar Leaves

### Abstract

Flavonoids are the important groups in terms of plant physiology and health due to their chemical structure and biological functions. The amount and composition of these compounds in plants vary according to growth techniques, cultivar, plant growing ecology, irrigation and crop processes. In this study, flavanol contents of leaves were examined throughout the year in two different olive cultivars (Kilis Yağlık and Gemlik) and Kilis Yağlık variety at different ages to determine the effects of variety, irrigation and age factors on irrigated and irrigated conditions. According to research results, flavanol content of Kilis Yağlık cultivar leaves were contain more flavanols in terms of compared to Gemlik cultivar. There was no important effect of the age factor on flavanol content in leaves. Considering the effect of irrigation, flavanols were more synthesized in leaves on non-irrigated conditions.

**Key Words:** Flavanoid, Flavanols, Kilis Yağlık, Gemlik

### Giriş

Fenolik bileşikler, hidroksil grubu içeren bileşikler olup bu bileşikler bitkilerde pek çok farklı kimyasal sınıfa ayrılmaktadır. Bu bileşiklerin bitkilerde stres koşullarına karşı savunma mekanizması olarak normal gelişim süresince sentezlendiği belirtilmektedir

(Justesen ve ark., 1998). Bitkilerin büyük bir bölümünde su stresine karşı fenolik bileşiklerin miktarının artış göstermesi ve bitkide sekonder metabolitlerin sentezinin artması, bitkinin strese karşı verdiği cevap olarak düşünülmektedir (Nouraei ve ark., 2016; Quan ve ark., 2016; Varele ve ark.,

2016). Ayrıca birçok araştırmacı bu bileşiklerin antioksidan aktiviteden sorumlu olan bileşikler olduğunu belirtmişlerdir (Rice-Evans ve ark., 1997).

Flavonoitler kimyasal yapıları ve biyolojik fonksiyonlarından dolayı fenolikler içinde çeşitliliği en fazla olan bir gruptur (Robards ve Antolovich, 1997). Son yıllarda flavonoitlere olan ilginin artması serbest radikalleri önleyici özellikleri, sebze, meyve ve çay gibi tükettiğimiz yiyecek ve içeceklerde yaygın olarak bulunmaları, hücre çoğalmasını inhibe edici, enzim aktivitelerini düzenleyici, antibiyotik ve antiallerjen özellikleri nedeniyle (Justesen ve ark., 1998; Shi ve ark., 2001; Virgili ve ark., 2003; Rasmussen, 2004; Coşkun, 2005). Günümüzde 4000'in üzerinde farklı flavonoit çeşidi bulunmaktadır. Flavonoitler için farklı sınıflandırmalar mevcut olmasına karşın flavonlar, flavononlar, flavonoller, isoflavonoitler, antosiyaninler ve flavanlar olmak üzere 6 temel flavonoit sınıfı bildirilmektedir (Peterson ve Dwyer, 1998). Bu bileşiklerin belirlenmesi, saflaştırılması, sağlık üzerindeki etkilerinin ortaya çıkarılması, biyokimyasal özellikleri, sentez yolları ve mekanizmaları, bitkilerde özellikle meyve ve sebzelerin yetiştirilmesi, işlenmesi veya depolanması sırasındaki değişimleri ve bitki stres fizyolojisinde fonksiyonları gibi konular araştırmacılar tarafından yoğun olarak çalışılmaktadır (Hollman ve ark., 1996; Peterson ve Dwyer, 1998; Hollman ve ark., 1999).

Zeytin bitkisinde bu maddelerin pek çoğu sentezlenmekte olup sentezlenen en önemli fenolik bileşikler tirosol, oleuropein, hidroksitirosol, propanoik asit, kumarik asit, flavonoitler, luteolin ve apigenindir. Zeytinde bulunan fenolik bileşikler; bitkinin besinsel tat özelliklerini, zeytinin rengini, besin değerini, zeytinyağının kararlılığını,

mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını etkiler. Zeytin içerdiği bu aktif fenollerden dolayı Akdeniz diyetinde önemli bir yeri vardır (Rosillo ve ark., 2015; Rosignoli ve ark., 2016). Ayrıca bu bölgede zeytin yaprağı ekstraktları halk ilacı olarak da kullanılmaktadır (Sifaoui ve ark., 2013). Halk arasında zeytinyağı; ülser, kas ağrıları, kalp hastalıkları, iştahsızlık, eklem, diz ve kemik ağrıları, yara, deri yırtılmaları ve kesiklerde, saç dökülmesinde, cilt hastalıkları, güneş yanıklığı, yüksek ateş ve zatürre gibi hastalıklarının tedavisinde, yaprak ve gövdeden elde edilen ekstraktlar; solunum ve sindirim sistemi hastalıkları, ağız içi yaralar, mantar hastalıkları, egzama, nezle, grip, öksürük ve ses kısıklığı, idrar yolları ve safra kesesi tedavisinde kullanılmaktadır (Kaplan ve Arıhan, 2017).

Zeytinde fenolik bileşiklerin miktarı ve konsantrasyonu (Tura ve ark., 2007), yetiştirildiği bölgenin ekolojisi ve iklimi (Kalua ve ark., 2005; Vinha ve ark., 2005), sulama (Tovar ve ark., 2001), hasat ve ürün işleme (Ranalli ve ark., 2001; Gomez ve ark., 2002) gibi tarımsal ve kültürel uygulamalara göre değişkenlik göstermektedir.

Bu çalışmada Kilis ekolojisinde yetiştiriciliği yapılan iki farklı zeytin çeşidinin (Kilis Yağlık ve Gemlik) ve farklı yaşlardaki Kilis Yağlık zeytin çeşidi yapraklarının sulanan ve sulanmayan koşullarda flavanol içerikleri yıl boyunca incelenerek çeşit, sulama ve yaş faktörlerinin etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## **Materyal ve Metot**

### *Bitki Materyali*

Çalışma Kilis ekolojik koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak çeşitler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla ortalama aynı yaşlarda iki farklı zeytin çeşidi (Kilis Yağlık ve Gemlik), yaşın

etkisini belirlemek amacıyla da Kilis Yağlık çeşidinin 9 ve 65 yaşlarındaki ağaçları kullanılmıştır. Çalışma üç tekerrürlü yapılmış olup her tekerrür için on bitki kullanılmıştır. Ağaçlar kontrol (sulanan) ve doğal koşullar (sulanan) olmak üzere 2 farklı şekilde denemeye alınarak değerlendirilmiştir. Sulama Mayıs-Ekim ayları arasında damla sulama yöntemi ile yapılmıştır. Flavanol içeriği belirlenecek olan yaprak örnekleri sürgünlerin orta kısımlarından alınmıştır. Örnek alma işlemi yıl boyunca birer aylık periyotlarla düzenli şekilde yapılmıştır. Alınan yaprak örnekleri laboratuvara getirilerek, çeşme suyunda yıkandıktan sonra saf sudan geçirilmiş ve daha sonra kese kâğıtlarına konularak,  $65\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlı bir etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Örnekler analiz edilinceye kadar oda sıcaklığında laboratuvarında muhafaza edilmiştir.

#### *Flavanol İçeriğinin Belirlenmesi*

Flavanol içeriği, kuersetin (Quercetine) referans bileşiği standart olarak kullanılarak hesaplanmıştır. Bu yöntem, 440 nm maksimum absorpsiyonlu kompleks oluşumuna dayanmaktadır.

1 ml metanollü örnek ekstraları ( $10 \text{ mg ml}^{-1}$ ), 1 ml alüminyum triklorür ( $20 \text{ mg ml}^{-1}$ ) ve 3 ml sodyum asetat ( $50 \text{ mg ml}^{-1}$ ) ile karıştırılmıştır. 2.5 saatlik inkübasyondan sonra 440 nm'de absorpsanları okunmuştur. Kuersetinin metanollü solüsyonu da ( $0.5 \text{ mg ml}^{-1}$ ) 440 nm'de absorpsanları okunmuştur (Kumaran ve Karunakaran, 2007; Abdel-Hameed, 2009). Çalışma üç tekerrürlü yapılmıştır. Bitki ekstralarındaki flavanol miktarı kuersetin eş değeri olarak hesaplanmıştır.

#### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

Araştırmada, Gemlik ve Kilis Yağlık zeytin

çeşitleri yaprakları ile Kilis Yağlık zeytin çeşidinin yaşlı ve genç ağaçlarının yaprakları analiz edilerek elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre flavanol içeriğine çeşit ve sulama faktörlerinin etkisi önemli bulunurken, yaş faktörünün içeriğe etkisi önemli bulunmamıştır. Ayrıca her iki grupta da dönemsel olarak içerikte farklılıklar belirlenmiştir.

#### *Flavanol İçeriğindeki Değişimler*

Kilis Yağlık ve Gemlik zeytin çeşitleri yapraklarının flavanol düzeylerinin mevsimsel ve sulanan/sulanmayan koşullardaki değişimi Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Zeytin yapraklarının flavanol içeriğinin çeşit, sulama ve aylara göre değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Buna göre en yüksek flavanol miktarı sulanan Gemlik çeşidinde Temmuz ayında ( $2.28 \text{ mg g}^{-1}$ ), en düşük miktar ise sulanan Gemlik çeşidinde Şubat ayında ( $0.10 \text{ mg g}^{-1}$ ) elde edilmiştir. Mevsimsel olarak ise yapraklarda en yüksek flavanol miktarı  $1.88 \text{ mg g}^{-1}$  ile Temmuz ayında, en düşük  $0.34 \text{ mg g}^{-1}$  ile Şubat ayında görülmüştür. Kilis Yağlık çeşidinde daha fazla flavanol ( $1.02 \text{ mg g}^{-1}$ ) sentezlenirken, sulanan koşullarda yine daha fazla flavanol ( $1.04 \text{ mg g}^{-1}$ ) elde edilmiştir (Şekil 1).

Kilis Yağlık çeşidinin farklı yaşlardaki ağaçlarının yapraklarındaki flavanol içeriğinin mevsimsel değişimi ve sulanan/sulanmayan koşullardaki değişimi Çizelge 2'de gösterilmiştir.

İstatistiksel olarak flavanol içeriğine yaş faktörünün etkisi önemli bulunmaz iken mevsimsel değişim ve sulama bakımından farklılıklar gözlemlenmiştir. Yaş etkisi değerlendirildiğinde, sulanan koşullarda daha yüksek flavanol ( $1.05 \text{ mg g}^{-1}$ ) elde

edilirken, yıl boyunca aylar içinde en yüksek 1.73 mg g<sup>-1</sup> ile ağustos ayında, en düşük 0.33 mg g<sup>-1</sup> ile mart ayında bulunmuştur (Şekil 2).

Zeytin ve zeytinyağı kalitesinin belirlenmesinde içerdiği fenolik madde miktarı başvuru önemli kriterlerden birisidir. Zeytine özgü bir madde olan

oleuropein gibi bazı özel fenoller lezzet, tat ve renk gibi kalite özelliklerini etkilemektedir (Turan, 2005). Ayrıca bitkilerde bulunan fenolik bileşiklerin miktarı ve türüne hasat zamanı, genetik faktörler ve ağaç yaşı gibi birçok faktörün etkili olduğu bildirilmiştir (Ranalli ve ark., 2006).

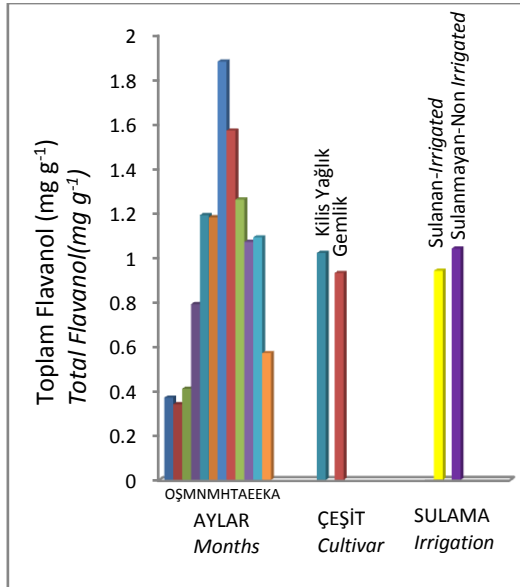
Çizelge 1. Sulanan ve sulanmayan koşullarda zeytin çeşitleri yapraklarının flavanol içeriği (mg g<sup>-1</sup>)  
Table 1. Flavanol content of the leaves of olive cultivars grown in irrigated and non-irrigated conditions (mg g<sup>-1</sup>)

Aylar Months	Çeşitler Cultivars				Ay Ortalaması Month average LSD: 0.1261
	Kilis Yağlık		Gemlik		
	Sulanan Irrigated	Sulanmayan Non-irrigated	Sulanan Irrigated	Sulanmayan Non-irrigated	
Ocak-January	0.47 pq	0.33 qr	0.22 rs	0.47 pq	0.37 <b>G</b>
Şubat-February	0.43 q	0.44 q	0.39 qr	0.10 s	0.34 <b>G</b>
Mart-March	0.42 q	0.40 qr	0.41 qr	0.42 q	0.41 <b>G</b>
Nisan-April	0.98 jm	0.40 qr	0.95 kn	0.50 pq	0.79 <b>E</b>
Mayıs-May	1.23 fh	1.48 de	1.07 hl	0.98 jm	1.19 <b>CD</b>
Haziran-June	1.32 eg	1.04 hm	1.05 hl	1.32 efg	1.18 <b>CD</b>
Temmuz-July	1.74 c	1.63 cd	1.76 c	2.28 a	1.88 <b>A</b>
Ağustos-August	1.73 c	1.59 cd	1.35 eg	1.64 cd	1.57 <b>B</b>
Eylül-September	1.46 de	1.22 fh	0.99 im	1.37 ef	1.26 <b>C</b>
Ekim-October	1.15 gj	1.18 fi	0.85 mo	1.12 hk	1.07 <b>D</b>
Kasım-November	0.91 ln	1.15 gj	0.34 qr	1.96 b	1.09 <b>D</b>
Aralık-December	0.66 op	0.76 no	0.39 qr	0.49 pq	0.57 <b>F</b>
Çeşit Ort. LSD:0.0394 Cultivar Average	Kilis Yağlık Kilis Yağlık		Gemlik Gemlik		
	1.02 a		0.93 b		
Uyg. Ort. LSD:0.0394 Application Average	Sulanan Irrigated		Sulanmayan Non-irrigated		
	0.94 b		1.04 a		

Çizelge 2. Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen farklı yaşlardaki Kilis Yağlık çeşidi yapraklarının flavanol düzeyleri ( $\text{mg g}^{-1}$ )

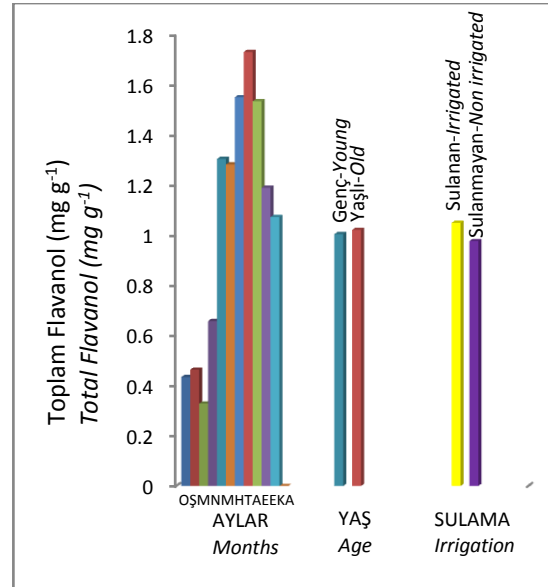
Table 2. Flavanol content of the leaves of different aged Kilis Yağlık cultivar grown in irrigated and non-irrigated conditions ( $\text{mg g}^{-1}$ )

Aylar Months	Kilis Yağlık				Ay Ortalaması Month average LSD: 0,06303
	Yaşlı Old		Genç Young		
	Sulanan Irrigated	Sulanmayan Non-irrigated	Sulanan Irrigated	Sulanmayan Non-irrigated	
Ocak-January	0.320	0.620	0.470	0.330	0.435 H
Şubat-February	0.517	0.470	0.430	0.440	0.464 H
Mart-March	0.097	0.400	0.420	0.400	0.329 I
Nisan-April	0.450	0.480	1.310	0.393	0.658 G
Mayıs-May	1.390	1.120	1.230	1.480	1.305 D
Haziran-June	1.350	1.420	1.320	1.040	1.283 D
Temmuz-July	1.160	1.577	1.737	1.730	1.551 B
Ağustos-August	2.090	1.520	1.730	1.590	1.732 A
Eylül-September	1.870	1.590	1.460	1.220	1.535 C
Ekim-October	1.290	1.140	1.150	1.180	1.190 E
Kasım-November	1.230	1.000	0.910	1.150	1.073 F
Aralık-December	0.620	0.410	0.660	0.750	0.610 G
Yaş Faktörü Ort. – ö.d. Age Factor Average-n.s	Yaşlı-Old 1.005		Genç-Young 1.022		
Uyg. Ort. LSD:0.0139 Application Average	Sulanan-Irrigated 1.050 a		Sulanmayan-Non-irrigated 0.977 b		



Şekil 1. Yaprakların dönem, çeşit ve sulamaya göre flavanol düzeyi

Figure 1. Flavanol content of the leaves according to periods, cultivars and irrigation



Şekil 2. Yaprakların dönem, yaş ve sulamaya göre flavanol düzeyi

Figure 2. Flavanol content of the leaves according to periods, age and irrigation



Biyotik ve abiyotik stres koşullarına tepki olarak oluşan fenolik bileşikler, büyüme ve stres fizyolojisinde etkili olan bileşiklerdir (Ruiz ve ark., 2001; Doğan, 2005). Araştırmacılar, biyotik ve abiyotik faktörlere bağlı olarak fenolik bileşik sentez ve birikiminin uyarılabileceğini bildirmişlerdir. Buna karşın farklı tür ve genotipler üzerinde yapılan çalışmalarda da stres şiddetinin artmasıyla toplam fenolik madde içeriğinde azalmalar olabileceği de saptanmıştır (Dixon ve Paiva, 1995; Naczka ve ark., 2004). Bitkiler farklı stres faktörlerine karşı farklı tepkiler vermektedir. Özellikle su stresinde bitkilerin büyük çoğunluğunda fenolik bileşiklerin miktarı artmakta ve antioksidant aktivitelerinde artışlar görülmektedir. Bu da bu bileşiklerin bitkilerin savunma mekanizmasında rol oynadıklarını göstermesi bakımından önemlidir (Stagnari ve ark., 2014; Aninbon ve ark., 2016; Gharibi ve ark., 2016; Popoviç ve ark., 2016).

Stres faktörlerine karşı salisilik asit ve askorbik asit gibi bileşiklerin dışsal uygulaması sonucu fenolik bileşiklerin artması polifenollerin bitkideki rolü hakkında fikir vermektedir (Kabiri ve ark., 2014; Shafiq ve ark., 2014).

## Sonuçlar

Zeytin ve zeytinyağının karakterizasyonu ve tanımlanmasında fenolik bileşikler en önemli kimyasal parametrelerdendir. Hasat zamanı, hasat şekli ve zeytin çeşidine bağlı olarak toplam fenolik madde içeriği değişiklik göstermektedir. Zeytin ve zeytinyağlarında fenolik maddeler biyolojik özelliklerini, dayanıklılığını ve lezzetini etkilemektedir. Ayrıca fenolik bileşikler bitkilerin stres koşullarına vereceği cevap yönünden önemlidir.

Çalışma sonucunda çeşit ve yaş faktörleri bakımından zeytin yapraklarının flavanol

miktarındaki değişimler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Buna göre zeytin yapraklarının flavanol içeriğinin çeşit, sulama ve aylara göre değişimi istatistiksel olarak önemli bulunurken, yaş faktörünün etkisi önemli bulunmamıştır. Çeşit, sulama ve mevsimsel değişim değerlendirildiğinde en yüksek flavanol miktarı sulanmayan Gemlik çeşidinde temmuz ayında, en düşük miktar ise sulanmayan Gemlik çeşidinde şubat ayında elde edilmiştir. Mevsimsel olarak ise yapraklarda en yüksek flavanol miktarı temmuz ayında, en düşük şubat ayında görülmüştür. Kilis Yağlık çeşidinde daha fazla flavanol sentezlenirken, sulanmayan koşullarda yine daha fazla flavanol elde edilmiştir.

Yaş etkisi değerlendirildiğinde sulanan koşullarda daha yüksek flavanol elde edilirken, yıl boyunca aylar içinde ise en yüksek Ağustos ayında, en düşük mart ayında bulunmuştur.

Sonuç olarak zeytin yaprağındaki flavanol içeriğine sulama ve çeşit etkisi önemlidir. Flavanol gibi bitkilerdeki biyoaktif bileşiklerin miktarının ve çeşidinin belirlenmesi ve kuraklık ve stres mekanizmalarının aydınlatılması, bitki fizyolojisine, bitki yetiştiriciliği ve gıda teknolojisine önemli katkılar sağlayacaktır.

## Ekler

Bu çalışma Kilis 7 Aralık Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi (2011/1/LTP/04 no'lu proje) tarafından desteklenmiştir

## Kaynaklar

Abdel-Hameed, E.S.S., 2009. Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian Ficus species leaf samples. *Food Chemistry*, 114(4): 1271-1277.

- Aninbon, C., Jogloy, S., Vorasoot, N., Patanothai, A., Nuchadomrong, S., Senawong, T., 2016. Effect of end of season water deficit on phenolic compounds in peanut genotypes with different levels of resistance to drought. *Food Chemistry*, 196: 123-129.
- Coskun, T., 2005. Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48: 69-84.
- Dixon, R.A., Paiva, N., 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell*, 7: 1085-1097.
- Doğan, M., 2005. *Ceratophyllum demersum* L.'de kadmiyum klorür, sodyum klorür ve bunların kombinasyonlarının fizyolojik ve morfolojik etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 137s.
- Gharibi, S., Tabatabaei, B.E.S., Saeidi, G., Goli, S.A.H., 2016. Effect of drought stress on total phenolic, lipid peroxidation, and antioxidant activity of Achillea species. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 178(4): 796-809.
- Gomez-Alonso, S., Salvador, M.D., Fregapane, G., 2002. Phenolic compounds profile of Cornicabra virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(23): 6812-6817.
- Hollman, P.C.H., Buysman, M.P., Van Gameren, Y., Cnossen, E., de Vries, J., Katan, M., 1999. The sugar moiety is a major determinant of the absorption of dietary flavonoid glycosides in man. *Free Radical Research*, 31: 569-573.
- Hollman, P.C.H., Hertog, M.G.L., Katan, M.B., 1996. Analysis and health effects of flavonoids. *Food Chemistry*, 57(1): 43-46.
- Justesen, U., Knuthsen, P., Leth, T., 1998. Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavonones in fruits, vegetables and beverages by high-performance liquid chromatography with photodiode array and mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, 799: 101-110.
- Kabiri, R., Nasibi, F., Farahbakhsh, H., 2014. Effect of exogenous salicylic acid on some physiological parameters and alleviation of drought stress in *Nigella sativa* plant under hydroponic culture. *Plant Protection Science*, 50(1): 43-51.
- Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood, D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D., 2005. Discrimination of olive oils and fruits into cultivars and maturity stages based on phenolic and volatile compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20): 8054-8062.
- Kaplan, M., Arihan, S.K., 2017. Antikçağdan Günümüze Bir Şifa Kaynağı: Zeytin ve Zeytinyağının Halk Tıbbında Kullanımı. *DTCF Dergisi*, 52(2): 1-15.
- Kumaran, A., Karunakaran, R.J., 2007. Activity-guided isolation and identification of free radical-scavenging components from an aqueous extract of *Coleus aromaticus*. *Food Chemistry*, 100: 356-361.
- Naczki, M., Shahidi, F., 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054 (1-2): 95-111.
- Nouraei, S., Rahimmalek, M., Saeidi, G., Bahreininejad, B., 2016. Variation in seed oil content and fatty acid composition of globe artichoke under different irrigation regimes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 93(7): 953-962.
- Peterson, J., Dwyer, J., 1998. Flavonoids, dietary occurrence and biochemical activity. *Nutrition Research*, 18(12): 1995-2018.
- Popovic, B.M., Stajner, D., Zdero-Pavlovic, R., Tumbas-Saponjac, V., Canadanovic-Brunet, J., Orlovic, S., 2016. Water stress induces changes in polyphenol profile and antioxidant capacity in poplar plants (*Populus* spp.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 105: 242-250.
- Quan, N.T., Anh, L.H., Khang, D.T., Tuyen, P.T., Toan, N.P., Minh, T.N., Trung, K.H., 2016. Involvement of Secondary Metabolites in Response to Drought Stress of Rice (*Oryza sativa* L.). *Agriculture*, 6(2): 23.
- Ranalli, A., Contento, S., Lucera, L., Di Febo, M., Marchegiani, D., Di Fonzo, V., 2006. Factors affecting the contents of iridoid oleuropein in olive leaves (*Olea europaea* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(2): 434-440.
- Ranalli, A., Contento, S., Schiavone, C., Simone, N., 2001. Malaxing temperature affects volatile and phenol composition as well as other analytical features of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103(4): 228-238.
- Rasmussen, S.E., 2004. Flavonoids and Cardiovascular Disease. "Alınmıştır: Functional Foods, In Cardiovascular Disease and Diabetes, (Ed) A. Arnoldi, CRC

- Press LLC, Boca Raton, Cambridge, England, 157-179pp.
- Rice-Evans, C., Miller, N., Paganga, G., 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2(4): 152-159.
- Robards, K., Antolovich, M., 1997. Analytical chemistry of fruit bioflavonoids: A review. *The Analyst*, 3: 122-130.
- Rosignoli, P., Fuccelli, R., Sepporta, M.V., Fabiani, R., 2016. In vitro chemo-preventive activities of hydroxytyrosol: the main phenolic compound present in extra-virgin olive oil. *Food and Function*, 7(1): 301-307.
- Rosillo, M.A., Sanchez-Hidalgo, M., Gonzalez-Benjumea, A., Fernandez-Bolanos, J.G., Lubberts, E., Alarcon-de-la-Lastra, C., 2015. Preventive effects of dietary hydroxytyrosol acetate, an extra virgin olive oil polyphenol in murine collagen-induced arthritis. *Molecular Nutrition and Food Research*, 59(12): 2537-2546.
- Ruiz, J.M., Romero, L., 2001. Bioactivity of the phenolic compounds in higher plants. *Studies in Natural Products Chemistry*, 25: 651-681.
- Shafiq, S., Akram, N.A., Ashraf, M., Arshad, A., 2014. Synergistic effects of drought and ascorbic acid on growth, mineral nutrients and oxidative defense system in canola (*Brassica napus* L.) plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36(6): 1539-1553.
- Shi, H., Noguchi, N., Niki, E., 2001. Introducing Natural Antioxidants. "Alınmıştır: In Antioxidants in Food, Practical Applications, (Ed) Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M., CRC Press LLC, Boca Raton, Cambridge, England, 147-155pp.
- Sifaoui, I., Lopez-Arencibia, A., Martín-Navarro, C.M., Chammem, N., Mejri, M., Lorenzo-Morales, J., Pinero, J.E., 2013. Activity assessment of Tunisian olive leaf extracts against the trophozoite stage of *Acanthamoeba*. *Parasitology Research*, 112(8): 2825-2829.
- Stagnari, F., Galieni, A., Specca, S., Pisante, M., 2014. Water stress effects on growth, yield and quality traits of red beet. *Scientia Horticulturae*, 165: 13-22.
- Tovar, M.J., Motilva, M.J., Romero, M.P., 2001. Changes in the phenolic composition of virgin olive oil from young trees (*Olea europaea* L. cv. Arbequina) grown under linear irrigation strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11): 5502-5508.
- Tura, D., Gigliotti, C., Pedò, S., Failla, O., Bassi, D., Serraiocco, A., 2007. Influence of cultivar and site of cultivation on levels of lipophilic and hydrophilic antioxidants in virgin olive oils (*Olea europaea* L.) and correlations with oxidative stability. *Scientia Horticulturae*, 112(1): 108-119.
- Turan, E., 2005. Sarı Ulak Tarsus Zeytin ve Siyah Çaydan Elde Edilen Fenolik Ekstraktların Antioksidan Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 49s.
- Varela, M.C., Arslan, I., Reginato, M.A., Cenzano, A. M., Luna, M.V., 2016. Phenolic compounds as indicators of drought resistance in shrubs from Patagonian shrublands (Argentina). *Plant Physiology and Biochemistry*, 104: 81-91.
- Vinha, A.F., Ferreres, F., Silva, B.M., Valentao, P., Gonçalves, A., Pereira, J.A., Andrade, P.B., 2005. Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.): Influences of cultivar and geographical origin. *Food Chemistry*, 89(4): 561-568.
- Virgili, F., Scaccini, C., Packer, L., Rimbach, G., 2003. Nutritional Phenolics and Cardiovascular Disease. "Alınmıştır: In Phytochemical Functional Foods, (Ed) I. Johnson, G. Williamson, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Boca Raton, Cambridge, England, 5-14pp.



## Bingöl İli Merkez İlçesi Yelesen ve Dikme Köyleri Meralarının Farklı Yöney ve Yükseltelerinde Yer Alan Bitki Türleri

Erdal ÇAÇAN<sup>1\*</sup>, Mehmet BAŞBAĞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi Genç Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl, Türkiye.

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye.

\*Sorumlu yazar: erdalcacan@gmail.com

### Öz

Bu araştırma; Bingöl ili merkez ilçesi Yelesen ve Dikme köyleri meralarının farklı yöney ve yükseltelerinde yer alan bitki türlerinin tespiti ve birbirleriyle karşılaştırılması amacıyla 2012 ve 2013 yıllarında yürütülmüştür. İki yıllık araştırmanın sonucunda; toplam 29 bitki familyasının, 96 farklı cinsinde, 155 bitki taksonu tespit edilmiştir. Taksonların 15'i azalıcı, 9'u çoğalıcı ve 131 tanesinin de istilacı olduğu belirlenmiştir. Botanik kompozisyonda azalıcıların oranı %14.86, çoğalıcıların oranı %14.56 ve istilacıların oranı ise %70.59 olarak belirlenmiştir. Saptanan taksonların %11.0'unun buğdaygil, %18.1'inin baklagil ve %71.0'unun diğer familyalardan türlere ait olduğu ve sırasıyla en çok baklagiller (*Fabaceae* 28 adet), ballıbabagiller (*Lamiaceae* 20 adet), papatyagiller (*Asteraceae* 19 adet) ve buğdaygiller (*Poaceae* 17 adet) familyalarında yer alan bitkilerden olduğu saptanmıştır.

Yöneyley bakımından; tür çeşitliliğinin en fazla olduğu yöneyin 90 tür ile kuzey yöneyi olduğu, bunu 83 tür ile batı, 74 tür ile doğu ve 71 tür ile güney yöneylerinin takip ettiği belirlenmiştir. Yükselteler bakımından; üçüncü yükseltelerin (1704 m) 102 tür ile en zengin çeşitliliğine sahip olduğu, bunu 85 tür ile ikinci yükseltelerin (1876 m) takip ettiği, en düşük değeri ise 80 tür ile birinci yükseltelerin (1992 m) verdiği gözlenmiştir. Çalışmada; batı ve kuzey yöneylerinin tür varlığı açısından daha zengin olduğu, yükselteler bakımından ise aşağılara doğru inildikçe tür zenginliğinin arttığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bingöl, Mera, Takson, Yöney, Yükselti

### Determination of Plant Species at Different Direction and Altitudes of Pastures of Yelesen and Dikme Villages in Bingöl

#### Abstract

This study was conducted to compare different directions and altitudes of a pasture land for identification plant species in Yelesen and Dikme villages, Bingöl in 2012 and 2013. Total 155 plant taxa of 96 genus from 29 plant families were identified in the two year study. 15 taxa were decreaseers, 9 taxa were increaseers and 131 taxa were invaders. Decreaseers, increaseers, and invaders had 14.86%, 14.54% and 70.59%, respectively in the botanical composition. Identified %11.0 taxa were grasses, %18.1 taxa were legumes and %71.0 taxa were other family crops. The majority of the species *Fabaceae* (28), *Lamiaceae* (20), *Asteraceae* (19) and *Poaceae* (17) were identified as belonging to the family.

In terms of the directions; the diversity of species is highest in the north direction with 90 species, west with 83 species, east with 74 species and south with 71 species were followed. In terms of the altitudes; third altitudes (1704 m) with 102 species have the richest diversity, it was followed by a second altitudes (1876 m) with 85 species, the lowest value were given by first altitudes (1992 m) with 80 species. In the study; west and north directions to be richer than the other directions in terms of the presence of species, species richness in terms of altitudes were found increased that towards the heights down.

**Key Words:** Bingöl, Altitude, Direction, Pasture, Taxa

## Giriş

Doğu Anadolu Bölgesi iklim ve topoğrafik özelliklerinden dolayı tarımın hayvancılık koluna daha elverişli bir bölgedir. Bu bölgede, diğer bölgelerimizde olduğu gibi, hayvancılığın ekonomik olarak yapılabilmesi büyük oranda kaba yem ihtiyacının karşılanmasına bağlıdır. Kaba yem ihtiyacının karşılanabileceği en önemli doğal kaynak alanları olarak karşımıza mera alanları çıkmaktadır. Mera alanlarında sürdürülebilirliğin sağlanması, çeşitli nedenlerden dolayı verimi azalan meraların ıslah edilebilmesi ve bunların verim ve kalitelerinin belirlenebilmesi için mera alanlarındaki bitki türlerinin tanınması gerekmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda meralarda daha önce yapılan çalışmalarda, meraların baktıkları yöneylerin ve farklı yükseltilerinin gerek bitki varlığı açısından gerekse de baklagil, buğdaygil ve diğer familya bitkilerine ait oranları açısından farklılıklar gösterdiği görülmektedir.

Örneğin; Erkun (1971) tarafından Hakkari ve Van illerindeki 1900, 2200 ve 2500 m yüksekliklerdeki meraların bitki örtüsünü saptamak amacıyla yürütülen çalışmada, yüksekliğin artmasına bağlı olarak bitki ile kaplı alan oranının da değiştiği, Fayetörbay (2007) tarafından Erzurum Palandöken dağında farklı rakımlara (3000 m, 2500 m, 2000 m) sahip üç farklı mera alanında yürütülen çalışmada, rakım düştükçe bitkilerin toprağı kaplama alanlarının arttığı, Babalık (2008) tarafından Isparta ilinde farklı yükseklikteki (1050-1200 m, 1400-1500 m ve 1600-1750 m) meralarda 42 familyaya ait 242 bitki taksonunun tespit edildiği ve Aydın (2014) tarafından Diyarbakır Karacadağ'da sekiz farklı yükseltide yürütülen çalışmada en fazla takson sayısının 1510 m ve 1887 m yükseklikteki rakımlardan elde edildiği bildirilmiştir.

Yöneyler ile ilgili olarak; Gökkuş ve ark. (1993) tarafından Erzurum koşullarında yükseklik, eğim ve yöneyin mera vejetasyonlarına etkileri üzerine yapılan bir çalışmada; buğdaygillerin en fazla güney ve doğu, baklagillerin güney, diğer familya bitkilerinin ise kuzey ve batı yöneyinde bulunduğu, Çınar (2001) tarafından Adana ilinde doğal bir meranın dört farklı yöneyinin karşılaştırılması amacıyla yürütülen araştırmada 19 familyaya ait 53 cins ve 77 farklı bitki türünün saptandığı, Uslu (2005) tarafından Kahramanmaraş ilinde, incelenen merada 21 familyaya ait 54 cinsin 68 farklı türünün saptandığı, buğdaygillerin en fazla batı, baklagillerin en fazla kuzey, diğer familya bitkilerinin ise en fazla güney yöneyinde bulunduğu, Türker (2006) tarafından Mersin ilinde buğdaygillerin en fazla kuzey yöneyinde, baklagillerin en fazla kuzeydoğu ve diğer familya bitkilerinin ise en fazla güneybatı yöneyinde bulunduğu, incelenen alanda 25 familyaya ait 63 cins ve 83 bitki türünün tespit edildiği ve Ağın (2012) tarafından Bingöl ilinde bir meranın üç farklı yöneyinin karşılaştırıldığı araştırmada, baklagillerin en fazla güney, buğdaygillerin en fazla doğu yöneyinde olduğu ve merada 11 familyaya ait 26 cins ve 28 farklı bitki türünün saptandığı bildirilmiştir.

Sonuç itibari ile bu çalışmada Bingöl koşullarında hem yöneylerin ve hem de yükseltilerin, gerek bitki varlığı üzerinde ve gerekse de familyaların dağılımı üzerinde nasıl bir etki gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve Metot

Bu araştırma; Bingöl il merkezine bağlı Yelesen ve Dikme köylerinin ortak meralarında yürütülmüştür. Yelesen ve Dikme köyleri Bingöl merkezinin batısında yer almakta olup, Dikme köyü merkeze 35

km uzaklıkta ve ortalama 1650 m, Yelesen köyü ise merkeze 30 km uzaklıkta olup, ortalama 1810 m yüksekliğindedir. Araştırma ile ilgili arazi çalışmaları 2012 ve 2013 yıllarında Haziran ayının ilk haftasında, bitkilerin çiçeklenme döneminde yürütülmüştür. Çalışma alanı engebeli bir topografyaya sahip olup, eğimler kısa mesafelerde %10-30 arasında değişim göstermiştir.

Bingöl iline ait bazı iklim verileri Meteoroloji Müdürlüğünden temin edilmiştir. Araştırma alanının iklim verilerine bakıldığında; Bingöl ilinin uzun yıllar (1960-2012) aylık ortalama sıcaklığının 12.01 °C, toplam yağış miktarının 942.30 mm ve ortalama nispi nem değerinin ise %57.15 olduğu görülmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü 2012 ve 2013 yıllarında, uzun yıllar ortalamasına yakın sıcaklık (2012 yılında 12.70 °C, 2013 yılında 13.29 °C) ve nispi nem değerleri (2012 yılında %53.59, 2013 yılında %50.05) elde edilmiştir. Ancak Bingöl ili, çalışmanın yürütüldüğü 2012 yılında uzun yıllar ortalamasının biraz üstünde yağış almış olmasına rağmen (1074 mm), 2013 yılında uzun yıllar ortalamasının altında bir yağış miktarı aldığı (652 mm) görülmüştür.

Araştırma konusu mera alanlarında, 4 yöney ve 3 yükselti olmak üzere her yıl için toplam 12 adet toprak örnekleri 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Elde edilen örneklerin analizi, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak-Bitki Analiz Laboratuvarında yapılmıştır. Analiz sonuçları, Karaman ve Brohi (2004) ile Karaman (2012) tarafından belirlenen sınır değerler esas alınarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; tüm yöneylerin ve yükseltilerin toprak yapısının killi-tınlı yapıda olduğu, EC (tuzluluk) oranı "tuzsuz" (%0.060), pH içeriklerinin nötre yakın (6.89), kireç (CaCO<sub>3</sub>)

seviyesinin "orta" (%7.27), organik madde (OM) içeriklerinin "orta" (%2.57), azot (N) açısından "yeterli" (1.30 g/kg), fosfor açısından "az" seviyede (5.00 kg/da) ve potasyum açısından "yeterli" (46.07 kg/da) olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanında öncelikle yamaçların baktıkları yön esas alınarak kuzey, güney, doğu ve batı olmak üzere dört farklı yöney belirlenmiş, belirlenen her yöneye ait farklı yüksekliklerde (ortalama olarak; 1.Yükselti=1992 m, 2.Yükselti=1876 m, 3.Yükselti=1704 m) üç mera kesiminin tespiti yapılmıştır. Böylece Yelesen ve Dikme köylerinin ortak meralarını temsil edecek nitelikte on iki mera kesimi belirlenmiştir. Araştırma alanının vejetasyon ölçümü "nokta (nokta çerçeve) yöntemine" göre yapılmıştır. Bu yöntem farklı yer ve zamanlarda Kendir (1995), Başbağ ve ark. (1997), Dirihan (2000), Ateş (2001), Başbağ ve Çelik (2001), Türk ve ark. (2003), Gür (2007), Altın ve ark. (2010) ve Aydın (2014) tarafından kullanılmıştır. Belirlenen her mera kesiminde şerit metre ile dört adet 50 m uzunluğunda hat çekilmiştir. Her hatta 100 gözlem olmak üzere bir mera kesimi için 400, tüm çalışma alanı için ise toplam 4800 noktada gözlem yapılmıştır.

Çalışma esnasında karşılaşılan bitkilerin önemli bir kısmı merada teşhis edilemediğinden, bu bitkilere birer kod verilmiş ve çalışma tamamlanmıştır. Teşhis edilemeyen bitkilerden alınan örneklerin teşhisi Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde yapılmıştır.

### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

İki yıllık çalışma neticesinde farklı yöneylerde ve yükseltelerde saptanan bitkilere ait familya, cins, tür, buğdaygil, baklagil ve diğer familya bitkileri sayıları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'de görüldüğü üzere, incelenen 4 yöney ve her

yöneye ait 3 yükseltideki meralarda toplam 29 bitki familyasının 96 farklı cinsten 155 bitki taksonu tespit edilmiştir. Saptanan türlerin 17'sinin buğdaygil (%11.0), 28'inin baklagil (%18.1) ve 110'unun diğer familya bitkilerine (%71.0) ait olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanında saptanan bitkilerin familya, cins, tür, buğdaygil, baklagil ve diğer familyalara ait sayıları

Table 1. Numbers of the family, genus, species, grasses, legumes and other family plants which identified in the study area

	Familya <i>Family</i>	Cins <i>Genus</i>	Tür <i>Species</i>	Buğdaygil <i>Grasses</i>	Baklagil <i>Legumes</i>	Diğer familya <i>Other family</i>
Kuzey / North	21	66	90	10	15	65
Güney / South	21	53	71	8	11	52
Doğu / East	20	55	74	10	11	53
Batı / West	22	62	83	12	14	57
Toplam / Total	29	96	155	17 (%11.0)	28 (%18.1)	110 (%71.0)
1. Yükselti 1st altitude	19	57	80	15	8	57
2. Yükselti 2st altitude	21	62	85	13	16	56
3. Yükselti 3st altitude	24	67	102	11	21	70
Toplam / Total	29	96	155	17 (%11.0)	28 (%18.1)	110 (%71.0)

Tür çeşitliliğinin en fazla olduğu yöneyin 90 tür ile kuzey yöneyi olduğu, bunu 83 tür ile batı yöneyi ve 74 tür ile doğu yöneyinin takip ettiği görülmektedir. En az tür çeşitliliğine de 71 adet ile güney yöneyi sahip olmuştur. Buğdaygil zenginliği açısından 12 tür ile batı yöneyi en yüksek değeri vermiş, bunu 10 tür ile kuzey ve doğu yöneyleri takip etmiştir. En düşük değeri ise 8 adet ile güney yöneyi vermiştir. Baklagil açısından da en zengin yöney 15 tür ile kuzey yöneyi bulunmuş olup, bunu 14 tür ile batı yöneyi takip etmiştir. En düşük değeri de 11 adet ile güney ve doğu yöneyleri vermiştir.

Yükselti arasında bir karşılaştırma yapıldığında; üçüncü yükseltinin 102 tür ile en zengin çeşitliliğine sahip olduğu, bunu da 85 tür ile ikinci yükseltinin takip ettiği görülmektedir. Tür zenginliği açısından en düşük değeri de 80 tür ile birinci yükselti vermiştir. Buğdaygil zenginliği açısından en

yüksek değerleri 15 tür ile birinci yükselti vermiş olup, bunu 13 tür ile ikinci yükselti takip etmiştir. En düşük değeri ise 11 tür sayısı ile üçüncü yükselti vermiştir. Baklagil zenginliği açısından en yüksek değerleri 21 tür ile üçüncü yükselti vermiş olup, bunu 16 tür ile ikinci yükselti takip etmiştir. En düşük değeri ise 8 tür sayısı ile birinci yükselti vermiştir.

Kuzey ve batı yöneylerinin gerek tür zenginliği gerekse de baklagil ve buğdaygil familyasına ait bitkilerin varlığı açısından daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Bu yöneylerin farklı toprak ve topoğrafik yapıya sahip olması, yerleşim yerlerinden uzak olması ve otlama baskısının bu yöneylerde daha az olması bu duruma neden olarak gösterilebilir. Yükselti açısından baktığımızda da tür zenginliğinin yükseklerden aşağılara doğru arttığı görülmektedir.

Farklı yöneylerde ve yükseltelerde durumlarına ait bilgiler Çizelge 2’de saptanan bitkilerin grupları ve ömür verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışma alanında saptanan azalıcı, çoğalıcı, istilacı bitkiler ile çok yıllık ve tek yıllık bitki sayıları

Table 2. Numbers of the decreaser, increaser, invasive, perennial and annual plants which identified in the study area

	Azalıcı <i>Decreasers</i>	Çoğalıcı <i>Increasers</i>	İstilacı <i>Invaders</i>	Toplam <i>Total</i>	Çok Yıllık <i>Perennial</i>	Tek Yıllık <i>Annual</i>
Kuzey / <i>North</i>	10	6	74	90	61	29
Güney / <i>South</i>	7	6	58	71	51	20
Doğu / <i>East</i>	6	6	62	74	52	21
Batı / <i>West</i>	10	6	67	83	59	24
Toplam / <i>Total</i>	15	9	131	155	107 (%69.0)	47 (%30.3)
1. Yükselteler <i>1st altitude</i>	6	6	68	80	56	23
2. Yükselteler <i>2st altitude</i>	13	5	67	85	58	27
3. Yükselteler <i>3st altitude</i>	14	6	82	102	66	36
Toplam / <i>Total</i>	15	9	131	155	107 (%69.0)	47 (%30.3)

Çizelge 2’den anlaşılacağı üzere; çalışma alanını teşkil eden farklı 4 yöney ve her yöneye ait 3 yükseltide saptanan 155 türün 15’inin azalıcı, 9’unun çoğalıcı ve 131’inin istilacı olduğu belirlenmiştir. Botanik kompozisyonda azalıcıların oranı %14.86, çoğalıcıların oranı %14.54 ve istilacıların oranı ise %70.59 olarak belirlenmiştir. Tespit edilen türlerin 47’si tek yıllık (%30.3), 107’si çok yıllık (%69.0) ve 1 tanesi de parazittir (%0.6).

Azalıcı bitkilerin en yüksek değerlerini, kuzey ile batı yöneylerinde ve ikinci ile üçüncü yükseltelerde verdikleri, çoğalıcı bitkilerin meranın yöneylerinde ve yükseltelerinde fazla bir farklılık göstermediği, istilacı bitkilerin ise en yüksek değerlerini kuzey ve batı yöneylerinde, birinci ve üçüncü yükseltelerde verdikleri tespit edilmiştir. Genel olarak çok yıllık ve tek yıllık bitkilerin en yüksek değerlerini kuzey ve batı yöneyleri ile ikinci ve üçüncü yükseltelerde verdikleri

görülmektedir. Kuzey ve batı yöneyleri ile ikinci ve üçüncü yükseltelerde yüksek değerler elde edilmesi, bu yöney ve yükseltelerdeki tür zenginliğinden kaynaklanmaktadır.

Çalışma alanında azalıcı bitkilerden çok çoğalıcı ve istilacı türlere rastlanmaktadır. Azalıcılar hayvanların severek otladığı bol üretim gücüne sahip türlerdir (Değer Sayısı 7-10). Çoğalıcılar hayvanların otlamada isteksiz davrandığı türlerden oluşmaktadır (Değer Sayısı 4-6). İstilacılar ise hayvanların otlamadığı lezzetsiz, dikenli veya zehirli türlerden meydana gelmektedir (Değer Sayısı 0-3). Ayrıca tek yıllık bitkiler istilacı türler olarak kabul edilmektedir (Holechekve ark., 1995). Mera hayvanları öncelikle alandaki lezzetli (azalıcı bitkiler) türleri, daha sonra az lezzetli (çoğalıcı bitkiler) türleri tercih etmektedirler. Bunun sonucunda alandaki lezzetli ve tercih edilen bitkiler aşırı derecede azalmakta buna karşılık çoğalıcı ve istilacı



türler alanı kaplamaktadır (Şengönül ve ark., 2009).

Daha önce yapılan benzer çalışmalarda; Babalık (2008) tarafından Isparta ilinde yürütülen mera çalışmasında tespit edilen 242 adet taksonun 18'inin azalıcı, 45'inin çoğaltıcı ve 179'unun istilacı, Şengönül ve ark. (2009) tarafından Bartın meralarında yürütülen çalışmada azalıcıları %23.96, çoğaltıcıları %32.02 ve istilacıları %44.02, Ünal ve ark. (2012a) tarafından Ankara ilinde yürütülen mera çalışmalarında azalıcı ve çoğaltıcı türlerin oranlarını sırasıyla %10.24 ve %25.71, Ünal ve ark. (2012b) tarafından Çankırı meralarında yürütülen çalışmada azalıcı ve çoğaltıcı türlerin oranlarını da sırasıyla %14.72 ve %24.80 olarak tespit etmişlerdir.

Farklı yöneylerde ve yükseltilerde saptanan bitki türlerinin tür adları, familyaları, ömürleri, tespit edildikleri yöney

ve yükseltiler ile toprağı kaplama oranları ve botanik kompozisyondaki oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Bitki ile kaplı alan oranı %68.19 olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin çoğunluğunun *Fabaceae* (28 adet), *Lamiaceae* (20 adet), *Asteraceae* (19 adet) ve *Poaceae* (17 adet) familyalarına ait oldukları saptanmıştır.

Çalışılan tüm yöney ve yükseltilere ait mera kesimlerinde en çok karşılaşılan baklagiller; *Astragalus gummifer* (%11.21), *Trifolium campestre* (%2.27), *Astragalus lineatus* var. *lineatus* (%1.13) olurken, en çok karşılaşılan buğdaygiller; *Hordeum bulbosum* (%4.42), *Poa bulbosa* (%4.39), *Bromus squarrosus* (%1.39) ve *Bromus tomentellus* (%1.39) olmuştur. En çok karşılaşılan diğer familya bitkilerinin ise *Plantago lanceolata* (%8.14), *Sanguisorba minor* subsp. *lasiocarpa* (%3.96) ve *Eremurus spectabilis* (%3.92) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı Yöneylerde ve Yükseltilerde Saptanan Bitki Türlerinin Tür Adları, Familyaları, Ömürleri, Tespit Edildikleri Yöneyler ve Yükseltiler ile Toprağı Kaplama ve Botanik Kompozisyondaki Oranları

Table 3. Species names, families, life time, plant species which identified different directions and altitudes, coverage of the earth and botanical composition rates

	Familyası*	Ömrü*	Yöney	Yükselti	TKO	BKO (%)
<b>Azalıcılar* / Decreasers</b>	<b>Family</b>	<b>Life</b>	<b>Direction</b>	<b>Altitude</b>	<b>(%)</b>	
1 <i>Alopecurus arundinaceus</i>	<i>Poaceae</i>	ÇY	B	1. 2	0.05	0,07
2 <i>Bromus tomentellus</i>	<i>Poaceae</i>	ÇY	G. D	1. 2. 3	0.89	1,39
3 <i>Dactylis glomerata</i>	<i>Poaceae</i>	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.83	1,08
4 <i>Hordeum bulbosum</i>	<i>Poaceae</i>	ÇY	K. D. B	1. 2. 3	2.71	4,42
5 <i>Lotus corniculatus</i>	<i>Fabaceae</i>	ÇY	K. B	2. 3	0.15	0,17
6 <i>Lotus gebelia</i>	<i>Fabaceae</i>	ÇY	G. D. B	2. 3	0.65	0,83
7 <i>Medicago sativa</i>	<i>Fabaceae</i>	ÇY	G	3	0.05	0,07
8 <i>Medicago x varia</i>	<i>Fabaceae</i>	ÇY	B	3	0.14	0,17
9 <i>Onobrychis fallax</i>	<i>Fabaceae</i>	ÇY	K. G. D	2. 3	0.19	0,25
10 <i>Poa nemoralis</i>	<i>Poaceae</i>	ÇY	K. B	1. 2	0.24	0,29
11 <i>Sanguisorba minor</i> subsp.	<i>Rosaceae</i>	ÇY	K.G.D.B	2. 3	2.80	3,96
12 <i>Sanguisorba minor</i> subsp.	<i>Rosaceae</i>	ÇY	K. G	2. 3	0.41	0,68
13 <i>Trifolium hybridum</i>	<i>Fabaceae</i>	ÇY	K	3	0.29	0,37
14 <i>Trifolium pratense</i>	<i>Fabaceae</i>	ÇY	K. B	2. 3	0.54	0,83
15 <i>Vicia cracca</i>	<i>Fabaceae</i>	ÇY	K. B	1. 2. 3	0.20	0,30
<b>Toplam/Total</b>					10.13	14.86
<b>Çoğaltıcılar / Increasers</b>						
1 <i>Cerastium glomeratum</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	TY	K. G. D	1. 2	0.43	0,58
2 <i>Cerastium perfoliatum</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	TY	K. D. B	1. 3	0.22	0,27
3 <i>Coronilla orientalis</i>	<i>Fabaceae</i>	ÇY	G. D. B	1. 2. 3	0.17	0,22

<b>Coğalıcılar / Increasers</b>							
4	<i>Coronilla</i> sp.	Fabaceae	ÇY	K. G. B	3	0.45	0,77
5	<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae	ÇY	K	3	0.01	0,01
6	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	ÇY	K.G.D.B	2. 3	5.21	8,14
7	<i>Poa bulbosa</i>	Poaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	3.54	4,39
8	<i>Poa trivialis</i>	Poaceae	ÇY	G. D	1. 2	0.10	0,14
9	<i>Stipa holosericea</i>	Poaceae	ÇY	B	1	0.02	0,03
<b>Toplam / Total</b>						<b>10.15</b>	<b>14.54</b>
<b>İstilacılar / Invaders</b>							
1	<i>Acantholimon acerosum</i>	Plumbaginaceae	ÇY	K. G. B	1. 2	1.87	2,78
2	<i>Acanthus dioscoridis</i>	Acanthaceae	ÇY	D. B	1. 3	0.07	0,14
3	<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae	ÇY	K. D. B	1. 3	0.10	0,12
4	<i>Achillea schischkinii</i>	Asteraceae	ÇY	K.G.D.B	2	0.12	0,19
5	<i>Achillea vermicularis</i>	Asteraceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	1.95	2,95
6	<i>Aegilops triuncialis</i>	Poaceae	TY	D	2. 3	0.28	0,38
7	<i>Alkanna orientalis</i>	Boraginaceae	ÇY	G	2	0.05	0,07
8	<i>Alyssum contemptum</i>	Brassicaceae	TY	G	2	0.03	0,05
9	<i>Alyssum hirsutum</i>	Brassicaceae	TY	K. G	1	0.13	0,21
10	<i>Anchusa strigosa</i>	Boraginaceae	ÇY	K. B	3	0.06	0,08
11	<i>Anthemis pseudocotula</i>	Asteraceae	TY	K. B	2. 3	0.17	0,20
12	<i>Asperugo procumbens</i>	Boraginaceae	TY	K	3	0.02	0,02
13	<i>Asperula arvensis</i>	Rubiaceae	TY	K. G. D	1. 3	0.06	0,11
14	<i>Asperula xylorrhiza</i>	Rubiaceae	ÇY	G. D	3	0.19	0,37
15	<i>Astragalus cephalotes</i>	Fabaceae	ÇY	D	3	0.02	0,03
16	<i>Astragalus compactus</i>	Fabaceae	ÇY	D	2	0.13	0,17
17	<i>Astragalus gummifer</i>	Fabaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	7.18	11,21
18	<i>Astragalus kurdicus</i>	Fabaceae	ÇY	K. G. D	1. 2	0.58	0,74
19	<i>Astragalus lineatus</i> var.	Fabaceae	ÇY	K. G. D	1. 2	0.62	1,13
20	<i>Astragalus lineatus</i> var.	Fabaceae	ÇY	B	1. 2	0.15	0,21
21	<i>Astragalus szovitsii</i>	Fabaceae	ÇY	D	1	0.05	0,07
22	<i>Avena sativa</i>						
23	<i>Brassica elongata</i>	Brassicaceae	ÇY	K. G. D	1	0.14	0,18
24	<i>Bromus danthoniae</i>	Poaceae	TY	G. B	1. 2. 3	0.45	0,72
25	<i>Bromus japonicus</i>	Poaceae	TY	K. B	1. 3	0.51	0,89
26	<i>Bromus squarrosus</i>	Poaceae	TY	K.G.D.B	1. 2. 3	1.12	1,39
27	<i>Bromus tectorum</i>	Poaceae	TY	D	1	0.19	0,39
28	<i>Bunium paucifolium</i> var.	Apiaceae	ÇY	K	2. 3	0.04	0,05
29	<i>Bunium paucifolium</i> var.	Apiaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.64	0,83
30	<i>Bunium verruculosum</i>	Apiaceae	ÇY	G. D	2. 3	0.21	0,43
31	<i>Carex nigra</i>	Cyperaceae	ÇY	G	3	0.09	0,12
32	<i>Carex stenophylla</i>	Cyperaceae	ÇY	K	3	0.31	0,54
33	<i>Centaurea behen</i>	Asteraceae	ÇY	D	3	0.26	0,35
34	<i>Centaurea iberica</i>	Asteraceae	ÇY	G	3	0.05	0,07
35	<i>Centaurea saligna</i>	Asteraceae	ÇY	K	3	0.12	0,13
36	<i>Chardinia orientalis</i>	Asteraceae	TY	K. G	1. 2. 3	0.34	0,48
37	<i>Chenopodium murale</i>	Chenopodiaceae	TY	D	2	0.04	0,06
38	<i>Cicer anatolicum</i>	Fabaceae	ÇY	K	2	0.03	0,05
39	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	ÇY	K.G.D.B	2. 3	0.32	0,41
40	<i>Coronilla</i> sp.	Fabaceae	ÇY	K. G. B	1. 2. 3	0.54	0,90
41	<i>Crataegus szovitsii</i>	Rosaceae	ÇY	D	2	0.05	0,07
42	<i>Crepis armena</i>	Asteraceae	ÇY	G	3	0.84	1,36
43	<i>Crepis foetida</i>	Asteraceae	TY	B	3	0.15	0,25
44	<i>Crepis sancta</i>	Asteraceae	TY	K. G. D	1. 2. 3	1.09	1,39
45	<i>Crepis</i> sp.	Asteraceae	TY	K. G. B	1. 2. 3	0.64	0,76
46	<i>Cruciata taurica</i>	Rubiaceae	ÇY	D	1	0.06	0,08
47	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	ÇY	K	2	0.04	0,05
48	<i>Dactylorhiza iberica</i>	Orchidaceae	ÇY	K	3	0.01	0,01
49	<i>Echinops pungens</i>	Asteraceae	ÇY	G. D. B	1. 2. 3	0.95	1,73
50	<i>Eremurus spectabilis</i>	Liliaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	2.64	3,92

	İstilacılar* / Invaders	Familyası*	Ömrü*	Yöney	Yükselti	TKO	BKO (%)
51	<i>Eryngium campestre</i>	Apiaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	2.62	3,83
52	<i>Euphorbia cheiradenia</i>	Euphorbiaceae	ÇY	D. K	1	0.21	0,37
53	<i>Euphorbia denticulata</i>	Euphorbiaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2	0.33	0,41
54	<i>Euphorbia virgata</i>	Euphorbiaceae	ÇY	Güney	3	0.03	0,04
55	<i>Ferula communis</i>	Apiaceae	ÇY	K. D. B	1. 2	0.58	0,95
56	<i>Fibigia macrocarpa</i>	Brassicaceae	ÇY	B	1	0.01	0,01
57	<i>Filago sp.</i>	Asteraceae	TY	K. B	1. 3	0.13	0,16
58	<i>Gagea villosa</i>	Liliaceae	ÇY	K	3	0.35	0,41
59	<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	TY	D. B	1. 3	0.22	0,36
60	<i>Galium consanguineum</i>	Rubiaceae	ÇY	K	3	0.05	0,09
61	<i>Gundelia tournefortii</i> var.	Asteraceae	ÇY	K	3	0.06	0,07
62	<i>Gundelia tournefortii</i> var.	Asteraceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.78	0,99
63	<i>Haplophyllum armenum</i>	Rutaceae	ÇY	B	2	0.03	0,04
64	<i>Helianthemum ledifolium</i>	Cistaceae	TY	B	3	0.03	0,04
65	<i>Holesteum umbellatum</i>	Caryophyllaceae	TY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.40	0,49
66	<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae	TY	K. D. B	1. 2. 3	0.68	0,79
67	<i>Hypericum scabrum</i>	Guttiferae	ÇY	K.G.D.B	1. 3	0.16	0,20
68	<i>Hypericum triquetrifolium</i>	Guttiferae	ÇY	K	1	0.04	0,07
69	<i>Lallemantia iberica</i>	Lamiaceae	TY	K. B	1. 3	0.04	0,05
70	<i>Lamium album</i>	Lamiaceae	ÇY	G. B	1	0.05	0,08
71	<i>Lamium macrodon</i>	Lamiaceae	TY	K	1	1.10	1,48
72	<i>Linum mucronatum</i>	Linaceae	ÇY	D	1	0.01	0,01
73	<i>Medicago sp.</i>	Fabaceae	TY	B	3	0.01	0,01
74	<i>Melilotus alba</i>	Fabaceae	TY	G	3	0.03	0,04
75	<i>Mentha longifolia</i>	Lamiaceae	ÇY	K	3	0.06	0,07
76	<i>Minuartia hamata</i>	Lamiaceae	TY	K. D. B	2. 3	0.29	0,37
77	<i>Myosotis sp.</i>	Boraginaceae	TY	K	2	0.02	0,02
78	<i>Nepeta sp.</i>	Lamiaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.21	0,26
79	<i>Nonea pulla</i>	Boraginaceae	ÇY	B	1. 3	0.05	0,07
80	<i>Ononis spinosa</i>	Fabaceae	ÇY	D	2. 3	0.08	0,16
81	<i>Onosma sericeum</i>	Boraginaceae	ÇY	K	3	0.01	0,01
82	<i>Onosma trachytrichum</i>	Boraginaceae	ÇY	G. B	1. 3	0.16	0,27
83	<i>Origanum acutidens</i>	Lamiaceae	ÇY	D	3	0.03	0,04
84	<i>Origanum vulgare</i>	Lamiaceae	ÇY	B	2	0.03	0,04
85	<i>Ornithogalum narbonense</i>	Liliaceae	ÇY	K. G	3	0.55	0,95
86	<i>Orobanche anatolica</i>	Orobanchaceae	-	D	1	0.02	0,03
87	<i>Papaver dubium</i>	Papaveraceae	TY	D	2	0.03	0,04
88	<i>Papaver rhoeas</i>	Papaveraceae	TY	G. D	2. 3	0.07	0,09
89	<i>Paracaryum sp.</i>	Boraginaceae	ÇY	B	2	0.02	0,03
90	<i>Phlomis bruguieri</i>	Lamiaceae	ÇY	K. B	1	0.65	1,12
91	<i>Phlomis linearis</i>	Lamiaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.58	0,74
92	<i>Phlomis pungens</i>	Lamiaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.72	0,99
93	<i>Phlomis rigida</i>	Lamiaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.64	1,07
94	<i>Polygonum arenastrum</i>	Polygonaceae	TY	G. B	1. 2	0.07	0,09
95	<i>Polygonum cognatum</i>	Polygonaceae	ÇY	B	2	0.02	0,04
96	<i>Potentilla recta</i>	Rosaceae	ÇY	K. B	2	0.29	0,43
97	<i>Ranunculus arvensis</i>	Ranunculaceae	TY	K. B	2. 3	0.05	0,06
98	<i>Ranunculus cuneatus</i>	Ranunculaceae	ÇY	K. B	1. 3	0.23	0,28
99	<i>Ranunculus kotschyi</i>	Ranunculaceae	ÇY	G	3	0.13	0,16
100	<i>Rhagadiolus angulosus</i>	Asteraceae	TY	K. G. D	1. 2. 3	0.49	0,87
101	<i>Rochelia disperma</i>	Boraginaceae	TY	K. G	2. 3	0.08	0,10
102	<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.55	0,73
103	<i>Salvia macrochlamys</i>	Lamiaceae	ÇY	B	3	0.01	0,01
104	<i>Salvia multicaulis</i>	Lamiaceae	ÇY	B	1	0.17	0,21
105	<i>Salvia syriaca</i>	Lamiaceae	ÇY	G. D	3	0.55	0,98
106	<i>Salvia trichoclada</i>	Lamiaceae	ÇY	K	2	0.04	0,07
107	<i>Scorzonera mollis</i>	Asteraceae	ÇY	K. D	1. 2	0.03	0,04

	İstilacılar* / Invaders	Familyası*	Ömrü*	Yöney	Yükselti	TKO	BKO (%)
108	<i>Scutellaria orientalis</i>	Lamiaceae	ÇY	Batı	1	0.04	0,05
109	<i>Sedum album</i>	Crassulaceae	ÇY	K	2. 3	0.06	0,07
110	<i>Silene spergulifolia</i>	Caryophyllaceae	ÇY	K. G. B	1. 2	0.14	0,18
111	<i>Silene supina</i>	Caryophyllaceae	ÇY	B	1	0.04	0,05
112	<i>Sisymbrium loeselii</i>	Brassicaceae	ÇY	D. B	1. 2	0.08	0,11
113	<i>Stachys lavandulifolia</i>	Lamiaceae	ÇY	G. D	1	0.21	0,33
114	<i>Taeniatherum caput-</i>	Poaceae	TY	K. G. B	1. 2. 3	0.47	0,69
115	<i>Thlaspi arvense</i>	Brassicaceae	TY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.77	0,98
116	<i>Thymus kotschyanus</i>	Lamiaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 2	1.05	1,65
117	<i>Torilis leptophylla</i>	Apiaceae	ÇY	D	3	0.19	0,25
118	<i>Trifolium arvense</i>	Fabaceae	TY	K. B	3	0.38	0,53
119	<i>Trifolium campestre</i>	Fabaceae	TY	K. G	2. 3	1.52	2,27
120	<i>Trifolium hirtum</i>	Fabaceae	TY	K	3	0.09	0,14
121	<i>Trifolium nigrescens</i>	Fabaceae	TY	D	2	0.03	0,04
122	<i>Trigonella foenum-</i>	Fabaceae	TY	B	3	0.01	0,01
123	<i>Turgenia latifolia</i>	Apiaceae	TY	B	2. 3	0.05	0,07
124	<i>Tussilago farfara</i>	Asteraceae	ÇY	G. D	1. 2	0.04	0,05
125	<i>Vaccaria hispanica</i> var.	Caryophyllaceae	TY	D	3	0.03	0,04
126	<i>Vaccaria hispanica</i> var.	Caryophyllaceae	TY	D	3	0.16	0,32
127	<i>Verbascum speciosum</i>	Scrophulariaceae	ÇY	B	1	0.04	0,05
128	<i>Veronica orientalis</i>	Scrophulariaceae	ÇY	K.G.D.B	1. 3	0.24	0,31
129	<i>Zingiber biebersteiniana</i>	Poaceae	TY	K	2. 3	0.18	0,23
130	<i>Ziziphora capitata</i>	Lamiaceae	TY	K.G.D.B	1. 2. 3	0.76	0,98
131	<i>Ziziphora clinopodioides</i>	Lamiaceae	ÇY	K. G. D	1. 2. 3	0.43	0,55
<b>Toplam / Total</b>						<b>47.92</b>	<b>70.59</b>
<b>Genel</b>						<b>68.19</b>	<b>100.00</b>

\* :Serin ve ark. 2005, Serin ve ark. 2008

TKO: Toprağı kaplama oranları / Soil coverage rate, BKO: Botanik kompozisyondaki oranları / Ratios in botanical composition,

TY: Tek yıllık / Annual, ÇY: Çok yıllık / Perennial, K:Kuzey / North, G:Güney / South, D:Doğu / East, B:Batı / West

## Sonuçlar

Sonuç itibariyle kuzey ve batı yöneylerinin gerek tür gerekse de buğdaygil ve baklagil varlığı açısından diğer yöneylere göre daha zengin olduğu, düşük rakıma sahip olan üçüncü yükseltelerin de diğer yükseltelere göre daha zengin olduğu ve rakım arttıkça tür sayısının da azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma alanında hayvan besleme açısından önem arz eden azalıcı ve çoğalıcı bitki grubunda olan tür varlığının az olduğu, istilacı nitelikteki türlerin oranının ise fazla olduğu belirlenmiştir. Azalıcı ve çoğalıcı grubuna giren bitkilerin en yüksek değerlerini tür varlığının daha iyi olduğu kuzey ve batı yöneyleri ile ikinci ve üçüncü yükseltelerde verdiği tespit edilmiştir.

Gerek baklagil ve buğdaygil grubundaki bitki türlerinin gerekse bu gruplar içerisindeki azalıcı ve çoğalıcı bitki türlerinin sayısının

artırılması için meralardan taşların toplatılması ve bazı istilacı diken formundaki bitkilerin uzaklaştırılmasının yanı sıra bilimsel esaslara dayalı otlatma sistemlerinin bu alanlarda uygulanmasının olumlu etkisi olacağı öngörülmektedir. Ayrıca çalışma alanındaki toprakların verimlilik açısından önemli problemler içermediği ancak bununla birlikte, bu arazilerde mera ıslah ve amenajman çalışmaları planlanacaksa fosfor takviyesi yapılması tavsiye edilmektedir.

## Ekler

Bu Çalışma, "Bingöl İli Merkez İlçesi Yelesen-Dikme Köyleri Meralarının Farklı Yöney ve Yükseltelerindeki Bitki Tür ve Kompozisyonları ile Ot Verim ve Kalitelerinin Belirlenmesi" adlı doktora çalışmasının bir bölümüdür.

Bu çalışma Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 12-ZF-14 nolu proje ile desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Ağın, Ö., 2012. Bingöl İli Yedisu İlçesi Karapolat Köyü Merasının Verim ve Botanik Kompozisyonunun Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bingöl.
- Ateş, A., 2001. Ardahan İli Sulakyurt Köyünde Korunan ve Otlatılan Meralardaki Bitki Örtüsü ve Verim Güçlerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Altın, M., Tuna, C., Gür, M., 2010. Tekirdağ Taban ve Kıraç Meralarının Verim ve Botanik Kompozisyonuna Gübrelemenin Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 191-198.
- Aydın, A., 2014. Karacadağ'ın Farklı Yükseltilerindeki Meralarında Bitki Tür ve Kompozisyonları ile Ot Verim ve Kalitelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Babalık, A.A., 2008. Isparta Yöresi Meralarının Vejetasyon Yapısı ile Toprak Özellikleri ve Topoğrafik Faktörler Arasındaki İlişkiler. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Başbağ, M., Gül, İ., Saruhan, V., 1997. Diyarbakır'da Korunan Bir Mer'a Alanında Bitki Tür ve Kompozisyonları ile Ot Verimlerinin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, s. 499-503, Samsun.
- Başbağ, M., Çelik, M.A., 2001. Diyarbakır İli Gözalan Köyünde Korunan ve Otlatılan Meralardaki Bitki Tür ve Kompozisyonları ile Ot Verimlerinin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt III, s.187-192, Tekirdağ.
- Çınar, S., 2001. Adana İli Tufanbeyli İlçesi Hanyeri Köyü Merasında Verim ve Botanik Kompozisyonunun Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Dirihan, S., 2000. Diyarbakır Piriçlik Garnizonunda Korunan ve Otlatılan Meralarda Bitki Tür ve Kompozisyonları ile Ot Verimlerinin İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Erkun, V., 1971. Hakkari ve Van İllerinde Mera Araştırmaları. Tarım Bakanlığı Ziraat İşleri Gn. Müd. Yayınları, G.13, Ankara.
- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H., 1995. Range Management Principles and Practices. Prentice Hall Inc., 526 p.
- Fayetörbay, D., 2007. Palandöken Dağlarında Farklı Rakıma Sahip Mera Kesimlerinin Bitki Örtülerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Gökkuş, A., Avcı, M., Aydın, A., Mermer, A., Ulutaş, Z., 1993. Yükseklik Eğim ve Yöneyin Mera Vejetasyonlarına Etkileri. Tarım Orman Köyişleri Bakanlığı Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Yayın No:13, A.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Gür, M., 2007. Yörükler Köyü Doğal Mera Vejetasyonunun Botanik Kompozisyonu ve Verim Potansiyeli Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Karaman, M.R., Brohi, A.R., 2004. 3.Ulusal Gübre Kongresi. Tarım-Sanayi-Çevre Bildiri Kitabı 2.Cilt, Sayfa:1416, Tokat.
- Karaman, M.R., 2012. Bitki Besleme. Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi:2. Editör: Zengin, M., Toprak ve Bitki Analiz Sonuçlarının Yorumlanmasında Temel İlkeler (Bölüm 12), Sayfa: 874.
- Kendir, H., 1995. Bazı Mera Vejetasyon Ölçme Metotlarında Optimum Örnek Sayısının Saptanması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Serin, Y., Zengin, H., Tan, M., Koç, A., Erkovan, H.İ., 2005. Çayır ve Mera Bitkileri Klavuzu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müd. Yayınları, Ankara.
- Serin, Y., Tan, M., Koç, A., Zengin, H., 2008. Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müd. Yayınları, Ankara.

- Şengönül, K., Kara, Ö., Palta, Ş., Şensoy, H., 2009. Bartın Uluyayla Yöresindeki Mera Vejetasyonunun Bazı Kantitatif Özelliklerinin Saptanması ve Ekolojik Yapının Belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt:11, Sayı:16, 81-94.
- Türk, M., Bayram, G., Budaklı, E., Çelik, N., 2003. Sekonder Mera Vejetasyonunun Farklı Ölçüm Metotlarının Karşılaştırılması ve Mera Durumunun Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1):65-77.
- Türker, A., 2006. Mersin Tarsus Oluk Koyak Köyü Topak Ardıç Mevkisinde 1997 Yılından Beri Korunmuş Ağaçlandırma Sahasındaki Otsu Vejetasyonunun Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Uslu, Ö.S., 2005. Kahramanmaraş İli Türkoğlu İlçesi Araplar Köyü Yeni yapılan Merasında Botanik Kompozisyonunun Tespti ve Farklı Gübre Uygulamalarının Meranın Verim ve Botanik Kompozisyonuna Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Aydoğdu, M., Dedeoğlu, F., Özaydın, K.A., Avağ, A., Aydoğmuş, O., Şahin, B., Arslan, S., 2012a. Ankara İli Meralarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2):41-49.
- Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Özaydın, K.A., Avağ, A., Yıldız, H., Aydoğmuş, O., Şahin, B., Arslan, S., 2012b. Çankırı İli Mera Durumu ve Sağlığının Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2): 131-135.



## Harran Ovası Koşullarında Bazı Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Fenolojik Özelliklerin Belirlenmesi

Osman ÇOPUR<sup>1\*</sup>, İbrahim Halil BİRGÜL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 63100 Şanlıurfa  
<sup>2</sup>Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri ABD, 63100 Şanlıurfa  
\* Sorumlu yazar: ocopur@harran.edu.tr

### Öz

Pamuk bitkisinde vegetatif büyüme ile generatif büyüme arasında ideal bir denge bulunmaktadır. Bu denge her çevre için farklıdır. Bir çevre için ideal verimi, optimum vegetatif ve generatif büyüme sağlamak mümkündür. Bu amaçla, yetiştirilen pamuk çeşitlerinin çevre koşullarına olan tepkilerinin belirlenmesi gerekir. Bu çalışma, 10 pamuk çeşidinde bitki gelişimini izlemek amacıyla, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eyyübiye Kampusu deneme alanında 2006 ve 2007 yılı yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. *Gossypium hirsutum* L. türüne ait 10 pamuk çeşidi (Sayar-314, Erşan-92, BA-119, SureGrow-125, Stoneville-453, Carmen, DPL-388, GW Teks, DPL-5111 ve Fantom) bitki materyali olarak kullanılmıştır. Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü, her parsel 6 sıralı, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri mesafe 15-20 cm olacak şekilde ekimi yapılmıştır. Araştırma sonucunda; kütlü pamuk veriminin 318 kg da<sup>-1</sup> ile 487 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği; en yüksek kütlü pamuk veriminin Stoneville 453 pamuk çeşidinde olduğu, boy boğum oranı (BBO), beyaz çiçek üstü boğum sayısı (BÇÜBS) ve en son beş boğum uzunluğunun çeşitlere göre değiştiği, özellikle çiçeklenme döneminde belirtilen parametrelerin arttığı ve daha sonra azaldığı saptanmıştır. Bitki izleme parametreleri arasında beyaz çiçek üstü boğum sayısı değerinin bitki izleme tekniği olarak etkin şekilde kullanılabileceği saptanmıştır. Ayrıca, çeşitlerin erkencilik özelliklerinin belirlenmesinde birinci el kütlü pamuk verimi ile birlikte beyaz çiçek üstü boğum sayısının 5'e ulaşma gün sayısı özelliğinin de kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Pamuk, BBO, BÇÜBS, Son Beş Boğum

### Determination of Phenological Characteristics on Some Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Varieties under the Harran Plain Conditions

#### Abstract

Cotton has an ideal balance in terms of vegetative and generative growth. This balance varies for each environment. It is possible to ensure ideal yield for an environment with optimum vegetative and generative growth. For this purpose, it is necessary to determine reactions of cotton varieties cultivated to environmental conditions. This study was conducted in the experimental area of Eyyübiye Campus of Faculty of Agriculture, Harran University in 2006 and 2007 growing season in order to monitoring the growth of 10 cotton varieties. 10 cotton varieties (Sayar-314, Erşan-92, BA-119, SureGrow-125, Stoneville-453, Carmen, DPL-388, GW Teks, DPL-5111 and Fantom) belonging to *Gossypium hirsutum* L. species were used as plant material. The trial was performed using the randomized blocks design with 3 replications. Each plot was planted with 6 rows, the interrow distance was 70 cm and the intrarow distance was 15-20 cm. It was found as a result of the study that the seed cotton yield varied between 318 kg da<sup>-1</sup> and 487 kg da<sup>-1</sup>, Stoneville 453 gave the highest seed cotton yield, the height to node rate (HNR), the number of nodes above white flower (NAWF) and the height of the last five nodes varied between cotton varieties and the specified parameters increased during the flowering period and then decreased. Among plant monitoring parameters, the number of nodes above white flower was found to be effective as a plant monitoring technique. Also, it was found that the first hand picking and the

number of days required for the number of nodes above white flower to reach 5 could be used to determine earliness properties of cotton varieties.

**Key Words** : Cotton, HNR, NAWF, Last Five Node

## Giriş

Bitkisel lifler içerisinde üretilen en önemli lif pamuktur. Dünyada üretilen 22.4 milyon ton lif pamuğun 737 000 tonu Türkiye’de üretilmektedir. Türkiye’de üretilen pamuğun yaklaşık %42’si Şanlıurfa ilinde ve üretilen pamuğun %35’i Harran Ovasında üretilmektedir (Çopur, 2016). Harran Ovasında pamuk üreticilerinin en önemli sorunlarından birisi de üreticilerin büyüme sezonu boyunca hangi faktörlerin verimi etkilediği, bu faktörlerin nasıl gözlemlenebileceği ve hangi önlemleri alarak verimi ve kaliteyi artırma yoluna gidilebileceği sorunudur. Bu sorunların çözümünde, bazı bitki izleme tekniklerinin (plant monitoring techniques) kullanılarak birçoğunun çözümünde ümitvar olduklarını göstermiştir (Bölek ve ark., 2007). Kısaca bitkinin değişik büyüme dönemlerinin izlenmesi ve bitki büyümesine etki eden faktörlerin belirlenmesi olarak adlandırılan bitki haritalaması; pamuk bitkisi üzerinde detaylı veri toplama, sonra bu veriyle, bitkilerin çevrelerine nasıl cevap verdiklerini yorumlama ve buna göre kültürel tedbirleri uygulama olarak da tanımlanabilmektedir. İlk olarak bitki fizyolojisini anlamak için bitki haritalaması, sonraları bitkinin stres koşullarına ve çevresine verdiği tepkiyi ölçen bir yöntem olarak önem kazanmıştır (Bourland ve ark., 1992).

Üreticiler bitki izleme tekniklerini kullanarak, pamuğun yetiştirme sezonu boyunca kullanılacak girdileri ayarlayabilir ve daha yüksek verim elde edebilirler. Örneğin, büyüme düzenleyicilerinin ve yaprak döktürücülerin (defoliantlar) kullanımı,

sulama zamanı, ilaçlama zamanı ve gübreleme zamanının ayarlanması gibi işlemler bu tekniklere göre yapılabilir. Ayrıca, bitkinin yetiştirme periyodu süresince, vejetatif ve generatif büyüme arasındaki dengenin korunup korunmadığı tespit edilebilmektedir (Bölek ve ark. 2005).

Gübreleme ve sulama uygulamalarında genellikle, belirli bölgelerde yapılan tarla veya saksı deneme sonuçları esas alınmakta ve bunlara göre üreticiye öneriler yapılmaktadır. Ancak, pamuk bitkisinin büyüme ve gelişme özelliği yanında, çevresel faktörler göz önünde bulundurulduğunda, önerilere göre yapılan kültürel işlemlerden farklı sonuçlar alınabilmektedir.

Son yıllarda belirli aralıklarla bitki büyüme ve gelişmesinin gözlenmesine göre yetiştirme tekniklerinin uygulanması ele alınmaktadır. Pamuk bitkisinin büyüme ve gelişmesinin denetiminde; çiçeklenmeye kadar Ortalama Boğum Uzunluğu (OBU), çiçeklenmeden sonra ise OBU yanında, Beyaz Çiçek Üstü Boğum Sayısı (BÇÜBS) gibi yöntemlerin uygulanabileceği bildirilmektedir (Oosterhuis ve ark., 1993; Bölek ve ark., 2005). BÇÜBS’nin 7 ile 11 arasında olduğu dönemlerde, bitkinin oldukça iyi geliştiği; 5’e doğru düştüğünde ise çiçeklenmenin yavaşladığı ve sonra kesildiği (cut out); en düşük BÇÜBS değerinin bölgelere göre belirlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (McPherson ve ark., 1995).

Çeşit seçiminde; çeşitlerin karşılaştırılması açısından erkencilik kriterleri kullanılmaktadır. Erkencilik kriterlerinin başında birinci el kütlü oranı gelmektedir. Birinci el kütlü oranı, birinci elde toplanan



kütlünün toplam kütlüye oranı olarak ifade edilmekte ve erkencilik kriteri olarak kullanılabilmesi belirtilmektedir (Gençer ve Yelin, 1983). Ancak, birinci el kütlü oranı daha çok birinci el hasat tarihine bağlı kalmakta olup, özellikle solgunluk hastalığı görülen alanlarda bu oran yüksek çıkmakta ve erkenciliği belirlemede hatalara neden olabilmektedir. Bu amaçla, BÇÜBS'nin 5 değerine ulaşabilmesi için gereken gün sayısı da (days to NAWF) çeşitlerin erkencilik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılabilmektedir (Iqbal ve ark., 2003).

Kaliforniya (A.B.D.) koşullarında Bitki Büyüme Oranının veya bir başka deyişle ortalama boğum uzunluğunun, fide döneminde 2.5 cm ile 3 cm, ileri gelişme dönemlerinde 5 cm ile 7.5 cm arasında olduğu ve pamuk bitkilerinin belirli aralarla ölçümlenerek saptanan rakamlara göre gübreleme, sulama, ve hormon uygulama zamanlarına karar verilebileceği belirtilmektedir (Kerby ark., 1993). Boy boğum oranının azot dozlarından etkilendiği, en yüksek değer 16 ve 24 kg da<sup>1</sup> dozundan elde edildiği, azot dozlarının en üst beş boğum uzunluğunu ve BÇÜBS arttırdığı ve BÇÜBS değerinin bitki büyüme ve gelişmesini izlemede etkin olarak kullanılabilmesi belirtilmektedir (Yolcu, 2009). Ülkemizde özellikle, önemli pamuk üretim alanlarından birisi olan Harran Ovasında pamukta bitki

izleme teknikleri ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sertifikalı olan pamuk çeşitlerinin, Harran Ovası koşullarında farklı bitki izleme teknikleri ile bitki gelişiminin izlenmesi ve bu konuda yapılacak çalışmalara kaynak oluşturması amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Metot

Deneme, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eyyübiye Kampüsü deneme alanında 2006 ve 2007 yıllarında yürütülmüştür. Anılan alanın denizden ortalama yüksekliği 465 m olup, 37° 08' N enlem ve 38° 46' E boylamlarında yer almaktadır. Deneme alanı killi (% 60), organik madde oranı düşük (% 1.2), pH değeri 7.2'dir (Çizelge 1). Deneme alanı ikizce toprak serisi (Vertic Calciorthid Aridisol) olarak sınıflandırılmıştır (Anonim 2006). Harran ovası, yarı kurak iklim koşullarına sahip olup, yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlıdır. Yazın sıcaklık 44.8 °C'ye kadar çıkabilmektedir. Bölgede toplam yağış miktarı 2006 ve 2007 yıllarında 355.2 ve 364.2 mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Uzun yıllar ortalama sıcaklık 18.3 °C, ortalama nem %50.3 ve ortalama rüzgar hızı 2.2 m s<sup>-1</sup>dir (Anonim, 2009).

Çizelge 1. Deneme alanına ait bazı toprak özellikleri

Table 1. Several soil properties of the study area

Derinlik (cm)	HA (g cm <sup>-3</sup> )	OM (%)	Toprak partiküllerinin dağılımı (%)			pH	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )	TK (%)	SSN (%) PWP(%)
			Kum	Silt	Kireç						
0-30	1.37	1.2	7	34	59	7.3	25	27	1280	31.5	22.2
30-60	1.40	0.8	17	25	58	7.2	12	20	900	31.8	22.6
60-90	1.43	0.6	20	21	59	7.2	6	17	810	32.3	21.5
90-120	1.43	0.5	19	20	62	7.2	-	-	-	32.5	21.5

HA: Hacim ağırlığı, OM: Organik madde, TK: Tarla kapasitesi, SSN: Sürekli solma noktası (VW: volume weight), (OM:organic matter) (FC: field capacity) (PWP:permanent wilting point)

Çizelge 2. 2006 ve 2007 yılları pamuk yetiştirme sezonunda bazı iklim özellikleri

Table 2. Climatic data of the cotton crop growing season for the years of 2006 and 2007

	Mayıs May	Haziran June	Temmuz July	Ağustos August	Eylül September	Ekim October
2006						
Minimum hava sıcaklığı (°C) <i>Min. air temperature (°C)</i>	13.4	18.0	20.8	22.8	16.0	10.1
Maks. hava sıcaklığı (°C) <i>Max. air temperature (°C)</i>	39.1	44.0	43.0	44.5	40.0	33.5
Ortalama hava sıcaklığı (°C) <i>Average air temp. (°C)</i>	23.8	30.8	32.2	33.4	27.2	20.6
Nisbi nem (%) <i>Relative humidity (%)</i>	45.9	40.8	45.5	44.6	42.3	61.5
Rüzgar hızı (m s <sup>-1</sup> ) <i>Wind speed (m s<sup>-1</sup>)</i>	1.6	1.9	2.0	1.5	1.8	0.9
Toplam yağış (mm) <i>Total precipitation (mm)</i>	17.4	0.3	0.3	----	----	42.5
2007						
Minimum hava sıcaklığı (°C) <i>Min. air temperature (°C)</i>	11.0	17.8	22.0	20.0	16.5	9.8
Maksimum hava sıcaklığı (°C) <i>Max. air temperature (°C)</i>	38.0	41.5	43.7	44.8	42.0	34.2
Ortalama hava sıcaklığı (°C) <i>Average air temperature (°C)</i>	25.4	30.4	34.0	32.2	28.4	21.6
Nispi nem (%) <i>Relative humidity (%)</i>	54.0	36.9	31.3	41.9	36.4	47.7
Rüzgar hızı (m s <sup>-1</sup> ) <i>Wind speed (m s<sup>-1</sup>)</i>	1.3	2.3	2.1	1.6	1.7	1.3
Toplam yağış (mm) <i>Total precipitation (mm)</i>	8.8	0.8	8.0	3.2	----	14.5

Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme materyali olarak seçilen pamuk çeşitleri (Sayar-314, Erşan-92, BA-119, SureGrow-125, Stoneville-453, Carmen, DPL-388, GW Teks, DPL-5111 ve Fantom) Güneydoğu Anadolu Bölgesi pamuk alanları için tescil edilen çeşitlerdir.

Ekim işlemi, 2006 yılında 05 Mayıs ve 2007 yılında ise 7 Mayıs tarihinde pamuk deneme mibzeri ile 70 cm sıra arası mesafesinde, 10 m uzunluğunda ve 6'şar sıralı olarak yapılmıştır. Çıkıştan sonra bitkiler 4-5 yapraklı olduğu dönemde sıra üzeri mesafe 15-20 cm olacak şekilde (her sırada 50 ile 60 bitki) seyreltilmiştir. Deneme yıllarında yetiştirme sezonu boyunca, bitkiler 2 kez el, 3 defa makine çapası ile çapalanmış

ve 10 defa karık usulü ile sulanmıştır. Ekimle birlikte dekara saf olarak 8 kg azot ve 8 kg fosfor (20.20.0 kompoze gübre) ile çiçeklenme başlangıcında ise 8 kg azot (%33 Amonyum nitrat) üst gübre olarak uygulanmıştır. Denemede uygulanan kültürel işlemler, bölgede yapılan çalışmalar esas alınarak yapılmıştır. Hasatlar; 2006 ve 2007 yıllarında, birinci el hasat 5 Eylül, ikinci el hasat ise 20 Eylül ve üçüncü el hasat ise 5 Ekim tarihinde olmak üzere üç defada ve elle yapılmıştır.

Çalışmada incelenen kütlü pamuk verimi ve birinci el kütlü pamuk verimi Worley ve ark., (1976), beyaz çiçek üstü boğum sayısı (BÇÜBS), bitki boyunun boğum sayısına oranı (BBO), en son 5 boğum uzunluğu (ESBBU) ve BÇÜBS'nin 5'e ulaşma gün sayısı Landivar ve

Benedict, (1996), Oosterhuis ve ark., (1993) ve Teague ve ark., (2000) belirttiği yöntemler uyarınca saptanmıştır. Bitki boyunun boğum sayısına oranı ve son 5 boğum uzunluğu ölçümlerine her iki yılda da, 21 Haziran'da başlanmış ve 20 Eylül'de tamamlanmıştır. Beyaz çiçek üstü boğum sayısı ölçümleri ise her iki yılda da 11 Temmuz'da başlanmış ve 17 Ağustos'ta tamamlanmıştır. Bitkisel ölçümler denemenin yürütüldüğü her iki yılda da 21 Haziranda başlanmış ve her parselde 10 bitki belirlenerek birer hafta aralıklarla yapılmıştır. Beyaz çiçek üstü boğum sayısının 5'e ulaşma gün sayısı ise gün olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen veriler MSTATC paket programı kullanılarak her yıl ayrı ayrı analiz edilmiş ve ortalamalar LSD testine göre karşılaştırılmıştır (Anonymous, 1989).

#### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

##### *Beyaz çiçek üstü boğum sayısı (BÇÜBS)*

2006 ve 2007 yıllarında pamuk çeşitlerine göre birer hafta aralıklarla saptanan beyaz çiçek üstü boğum sayısına ilişkin ortalama değerler ve LSD testine göre oluşan gruplar Çizelge 3 ve 4'de verilmiştir.

Çizelge 3 ve 4'den, 2006 ve 2007 yıllarında, ekimden 66 gün sonra yapılan beyaz çiçek üstü boğum sayımlarının Carmen çeşidi hariç ortalama 9-10 adet/bitki olduğu; 73. günde 8.5-9 adet/bitki, 81. günde 7-7.5 adet/bitki, 88. günde 5.6-5.8 adet/bitki, 95. günde 3.8-4.90 adet/bitki ve 103. günde ortalama 0.5-2 arasına düştüğü izlenebilmektedir. Çeşitlere göre saptanan ortalama çiçeklenme süresi (Carmen ve SG-125 hariç) yaklaşık 35-40 gün kadar devam etmektedir. Tüm çeşitlerde özellikle 88. günden sonra (çiçeklenmenin 25. gününden sonra) bitkilerin büyümelerinin yavaşladığı ve 103. günde büyümenin hemen hemen

durduğu izlenebilmektedir. Beyaz çiçek üstü boğum sayısı, Bourland ve ark., (1992) tarafından geliştirilmiş bir büyüme izleme tekniğidir. Belirtilen yöntem uyarınca bitkilerde ölçüm yapılan dönemde normal olarak geliştiği ve herhangi bir stres koşulunun oluşmadığı izlenebilmektedir. Stres koşullarında beyaz çiçek üstü boğum sayısı değeri azalmakta ve erken dönemde bitki olgunlaşmaya başlamaktadır. Bölgemizde etkili çiçeklenme dönemi yaklaşık 30-35 gün kadar sürmekte ve daha sonra bitkiler olgunlaşmaya başlamaktadır. Bulgularımız, Oosterhuis ve ark., (1993), Silvertooth ve Norton, (1999), Oosterhuis ve Robertson, (2000) ve Soomro ve ark., (2005)'nin bulguları ile uyum içerisindedir. Bu durum, beyaz çiçek üstü boğum sayısının bitki büyümesini izleme yönünden bölgemizde kullanılabileceğini göstermektedir. Nitekim Bölek ve ark., (2007) ve Yolcu, (2009) BÇÜBS'nin çiçeklenmenin başlangıcında bölgelere ve kültürel uygulamalara göre değişmekle birlikte yaklaşık 10, cut-out zamanında 5 dolayında olması gerektiği ve anılan özelliğin bitki büyüme ve gelişimini izlemede etkin olarak kullanılabileceğini bildirmekteyler.

Çizelge 3. 2006 yılında, farklı pamuk çeşitlerinde ve farklı günlerde elde edilen ortalama beyaz çiçek üstü boğum sayısı değerleri ile LSD testine göre oluşan gruplar

Table 3. Means of number of nodes above white flower according to some cultivars and LSD testing groups in years to 2006

Çeşitler Varieties	Ekimden sonraki günler (Days of after sowing)					
	66 (11.07.06)	73 (18.07.06)	81 (26.07.06)	88 (02.08.06)	95 (09.08.06)	103 (17.08.06)
STV-453	10.13 bc*	9.71 ab	7.29 d	6.32 b	4.54 b	0.00 c
SG-125	10.53 b	9.50 bc	7.11 de	5.39 de	3.72 c	2.00 b
BA-119	10.04 c	9.29 c	6.45 h	5.00 e	3.67 c	0.00 c
Carmen	0.00 d	9.83 a	8.65 a	7.00 a	5.08 a	3.99 a
DPL-388	10.42 bc	8.52 f	6.96 ef	5.44 d	2.83 d	0.00 c
DPL-5111	10.21 bc	8.84 e	6.75 f	5.47 d	3.00 d	0.00 c
GW Teks	10.55 b	9.24 cd	6.82 fg	6.00 bc	3.09 d	0.00 c
Fantom	10.50 b	9.49 bc	8.28 b	5.78 cd	2.92 d	0.00 c
Sayar-314	10.46 bc	8.95 de	8.58 a	6.39 b	4.57 b	0.00 c
Erşan-92	11.03 a	9.94 a	7.55 c	5.44 d	4.83 a	0.00 c
Ort. (Mean)	9.39	9.33	7.44	5.83	3.83	0.54
LSD(0.05)	0.454	0.307	0.203	0.437	0.260	0.188

\*: Aynı harf grubu içerisinde yer alan konular arasında (dikey) istatistiki olarak önemli düzeyde (0.05) bir farklılık bulunamamıştır

\*Means shown with the same column (vertical) are not significantly differently at p = 0.05 probability level.

Çizelge 4. 2007 yılında, farklı pamuk çeşitlerinde ve farklı günlerde elde edilen ortalama beyaz çiçek üstü boğum sayısı değerleri ile LSD testine göre oluşan gruplar

Table 4. Means of number of nodes above white flower according to some cultivars and LSD testing groups in years to 2007

Çeşitler Varieties	Ekimden sonraki günler (Days of after sowing)					
	66 (11.07.07)	73 (18.07.07)	81 (26.07.07)	88 (02.08.07)	95 (09.08.07)	103 (17.08.07)
STV-453	9.00 c*	8.27 bcd	7.63 b	6.37 a	5.43 ab	5.10 a
SG-125	9.27 bc	8.40 bc	7.80 ab	5.40 b	5.13 c	2.00 cd
BA-119	9.33 bc	8.40 bc	6.00 d	5.40 b	5.20 bc	2.33 c
Carmen	9.07 c	8.10 bcd	6.37 d	5.60 b	5.67 a	5.30 a
DPL-388	9.80 ab	8.00 cd	6.47 cd	5.10 b	5.10 c	0.00 e
DPL-5111	9.13 c	7.67 d	5.90 d	5.37 b	5.07 c	1.67 d
GW Teks	9.73 b	9.37 a	5.83 d	5.63 b	5.13 c	0.00 e
Fantom	9.77 b	8.73 ab	8.60 a	5.63 b	2.30 d	0.00 e
Sayar-314	9.73 b	8.60 bc	8.70 a	5.37 a	5.00 c	0.00 e
Erşan-92	10.37 a	9.40 a	7.33 bc	5.30 b	5.00 c	3.53 b
Ort. (Mean)	9.52	8.49	7.06	5.62	4.90	1.99
LSD(0.05)	0.520	0.707	0.927	0.589	0.271	0.451

\*: Aynı harf grubu içerisinde yer alan konular arasında (dikey) istatistiki olarak önemli düzeyde (0.05) bir farklılık bulunamamıştır

\*Means shown with the same column (vertical) are not significantly differently at p = 0.05 probability level.

Bitki boyunun boğum sayısına oranı

Çizelge 5'den, ekimden 46 gün sonra ölçülen bitki boyu/boğum sayısı değerinin 1.73 ile 2.46 cm arasında olduğu; 52. günde 2.61 ile 2.82 cm arasında, 59. günde 2.46 ile 3.60 cm arasında; 66. günde 2.96 ile 3.88 cm

arasında; 73. günde 3.17 ile 4.19 cm arasında; 81. günde 3.15 ile 4.16 cm arasında; 88. günde 3.27 ile 4.15 cm arasında; 95. günde 3.28 ile 4.11 cm arasında; 103. günde 3.27 ile 4.09 cm arasında 110. günde 3.19 ile 4.10 cm

arasında; 117. günde 3.25 ile 4.07 cm arasında 124. günde 3.24 ile 4.09 cm arasında; 132. günde 3.16 ile 4.04 cm arasında ve 138. günde ise 3.14 ile 4.03 cm arasında değiştiği izlenebilmektedir. Aynı çizelgeden, Carmen çeşidi hariç diğer çeşitlerde bitki boyu/boğum oranının ekimden 73 gün sonra azaldığı, 117. günden sonra bitkilerin gelişimini yavaşlattığı görülebilmektedir. Birim alanda istenen düzeyde verim alınabilmesi için bitki gelişiminin belirli bir dengede olması istenir. İhtiyaç duyulan miktardan fazla azot kullanımı ve fazla sulama bitkilerin vejetatif olarak gelişimine neden olmakta ve bitki başına çiçek sayısı ve buna bağlı olarak koza sayısı azalabilmektedir. Bitkiler belirli bir süre vejetatif olarak geliştikten sonra generatif devrede çiçek ve koza oluşumu ile birlikte besin elementleri koza oluşumunda harcanmaktadır. Bu yüzden bitkiler büyümelerini generatif olarak sürdürmektedirler (Kerby ve ark., 1993). Çizelge 5'den, orta erkenci Sayar-314 ve Erşan-92 çeşitlerinde bitki büyüme oranının daha yüksek çıktığı, bu durumun çeşitlerin uzun boylu olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Haftalık ölçümlerde çeşitler arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu durum, çeşitlerin farklı olgunlaşma gruplarına (BA-119, DPL 388, Fantom çeşitleri erkenci, ST-453, SG-125, DPL-5111, Sayar-314 ve Erşan-92 orta erkenci ve Carmen ve GW Teks geççi) ait olmasından kaynaklanmaktadır. İncelenen çeşitlerin büyüme düzenlerinde genel olarak bir denge olduğu görülmektedir. Özellikle tam taraklanma ve çiçeklenme döneminde, boy/boğum sayısı oranları büyüme kontrolünde kullanılmalıdır. Bu amaçla, pamuk çeşitleri üretime alınmadan önce boy/boğum sayısı oranlarının belirlenmesi en

uygun verim için önemlidir (Silvertooth ve Norton, 1999).

#### *Son 5 Boğum uzunluğu (cm)*

Çizelge 6'dan, ekimden 46 gün sonra yapılan en son 5 boğum uzunluğunun 4.67 cm ile 6.27 cm arasında olduğu; 52. günde 4.27 cm ile 5.50 cm arasında, 59. günde 4.90 cm ile 7.47 cm arasında; 66. günde 5.13 cm ile 7.40 cm arasında; 73 günde 4.17 cm ile 4.70 cm arasında; 81. günde 4.13 cm ile 4.37 cm arasında; 88. günde 3.47 cm ile 4.03 cm arasında; 95. günde 3.30 cm ile 3.90 cm arasında; 103. günde 3.20 cm ile 3.67 cm arasında; 110. günde 3.20 cm ile 3.50 cm arasında; 117. günde 3.10 cm ile 3.30 cm arasında; 124. günde 3.10 cm ile 3.27 cm arasında; 132. günde 3.17 ile 3.77 cm arasında ve 138. günde ise 3.13 cm ile 3.70 cm arasında değiştiği izlenebilmektedir. Bitki boyu gelişimi veya buna bağlı olarak boğumlar arası mesafenin uzunluğu bitkilerin genotipik farklılığın yanında, sıcaklık, nem, sulama ve fazla miktarda azot kullanımına bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca, lokasyonlara göre değişen iklim koşulları da bitkilerin gelişimini ve buna bağlı olarak bitki boyunu etkileyebilmektedir (Çelik ve ark., 2009). Bulgularımız Özbek ve ark., (2005) bulgularından kısmen daha kısa olduğu, bu durumun ölçümde kullanılan yöntemin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı çizelgeden, Carmen çeşidi hariç diğer çeşitlerde en son 5 boğum uzunluğunun ekimden sonra 73. günden itibaren azaldığı, 117. günden sonra bitkilerin gelişimine tekrar başladığı görülebilmektedir. Bu durum, özellikle Ağustos ayının üçüncü haftasından itibaren sıcaklığın bitki gelişimi için normal koşullara dönmesinden kaynaklanmaktadır (Çopur ve Oğlakçı, 1997). Birim alanda istenen düzeyde verim alınabilmesi için bitki gelişiminin belirli bir

denge de olması istenir. Bitkiler belirli bir süre vejetatif olarak geliştikten sonra generatif devrede çiçek ve koza oluşumu ile birlikte besin elementleri koza oluşumunda harcanmaktadır (Bölek ve ark., 2007). Çizelge 6'dan, orta erkenci Sayar-314 ve Erşan-92 çeşitlerinde en son 5 boğum uzunluğunun daha yüksek çıktığı, bu durum çeşitlerin uzun boylu olmasından kaynaklanabilmektedir. Haftalık ölçümlerde en son 5 boğum uzunluğu yönünden çeşitler arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. En yüksek en son 5 boğum uzunluğunun ekimden 60-65 gün sonra oluştuğu Çizelge 6'dan izlenebilmektedir. Bu süre özellikle bitkilerin çiçeklenme dönemine rastlamaktadır. Çiçeklenme döneminde bitkilerde yoğun bir şekilde karbonhidrat kullanıldığından besin ve su stresinden olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Besin ve su stresi yanında, çeşitlerin farklı olgunlaşma gruplarına (BA-119, DPL 388, Fantom çeşitleri erkenci, ST-453, SG-125, DPL-5111, Sayar-314 ve Erşan-92 orta erkenci ve Carmen ve GW Teks geççi) ait olması da farklı son 5 boğum uzunluğu gruplarının oluşumuna neden olabilmektedir. Ayrıca, incelenen çeşitlerin en son 5 boğum uzunluğu değeri yönünden BÇÜBS ve boy/boğum oranı ile benzerlikler gösterdiği görülmektedir. Özellikle tam taraklanma ve çiçeklenme döneminde en son 5 boğum uzunluğu değerleri büyüme kontrolünde kullanılabilir. Bu amaçla, pamuk çeşitleri üretime alınmadan önce farklı azot ve sulama seviyelerine göre en son 5 boğum uzunluklarının belirlenmesi yararlı olacaktır.

Çizelge 5. 2006 ve 2007 yıllarında, farklı pamuk çeşitlerinde ve farklı günlerde elde edilen ortalama bitki boyunun boğum sayısına oranı ile LSD testine göre oluşan gruplar

Table 5. Means of number of height to node number ratio according to some cultivars and LSD testing groups in years to 2006 and 2007

Çeşitler Varieties	Ekimden sonraki günler (Days of after sowing) (2006 yılı year)													
	46 (21.06)	52 (27.06)	59 (04.07)	66 (11.07)	73 (18.07)	81 (26.07)	88 (02.08)	95 (09.08)	103 (17.08)	110 (24.08)	117 (31.08)	124 (06.09)	132 (14.09)	138 (20.09)
STV-453	1.98 cd*	2.45 ef	2.84 de	3.18 e	3.23 f	3.23 e	3.20 g	3.19 g	3.18 ı	3.19 g	3.13 f	3.13 e	3.12 d	3.09 g
SG-125	2.05 bcd	2.32 def	2.87 de	3.33 d	3.58 cd	3.49 c	3.46 cd	3.45 d	3.43 e	3.41 cd	3.40 c	3.37 c	3.32 c	3.32 cd
BA-119	2.13 bc	2.39 de	2.91 cd	3.39 c	3.51 d	3.44 d	3.35 e	3.34 e	3.33 f	3.33 e	3.28 de	3.29 d	3.29 c	3.28 de
Carmen	1.73 e	2.16 f	2.46 g	2.96 f	3.17 f	3.15 f	3.27 f	3.28 f	3.28 h	3.27 f	3.27 de	3.28 d	3.28 c	3.25 e
DPL-388	1.91 d	2.29 def	2.76 f	3.18 e	3.35 e	3.26 e	3.30 ef	3.29 ef	3.27 h	3.26 f	3.25 e	3.24 d	3.16 d	3.14 f
DPL-4111	2.17 b	2.47 cd	2.97 c	3.36 cd	3.61 c	3.49 cd	3.42 d	3.41 d	3.39 f	3.36 de	3.34 cd	3.34 c	3.31 c	3.31 cd
GW Teks	2.05 bcd	2.60 bc	2.83 ef	3.33 d	3.55 cd	3.48 cd	3.51 c	3.51 c	3.49 d	3.45 c	3.41 c	3.38 c	3.32 c	3.34 c
Fantom	2.18 b	2.64 abc	2.99 c	3.51 b	3.70 b	3.67 b	3.61 b	2.61 d	3.61 c	3.59 b	3.56 b	3.59 b	3.57 b	3.55 b
Sayar-314	2.46 a	2.82 a	3.51 b	3.86 a	4.18 a	4.16 a	4.15 a	4.11 a	4.08 b	4.08 a	4.07 a	4.09 a	4.00 a	3.97 a
Erşan-92	2.40 a	2.75 ab	3.60 a	3.88 a	4.19 a	4.12 a	4.12 a	4.11a	4.09 a	4.10 a	4.07 a	4.07 a	4.04 a	4.03 a
Ort. (Mean)	2.11	2.47	2.97	3.40	3.61	3.55	3.54	3.53	3.52	3.51	3.48	3.48	3.44	3.43
LSD(0.05)	0.172	0.188	0.077	0.054	0.077	0.054	0.054	0.054	0.005	0.054	0.077	0.054	0.054	0.054
Çeşitler Varieties	Ekimden sonraki günler (Days of after the sowing) (2007 yılı year)													
	46 (21.06)	52 (27.06)	59 (04.07)	66 (11.07)	73 (18.07)	81 (26.07)	88 (02.08)	95 (09.08)	103 (17.08)	110 (24.08)	117 (31.08)	124 (06.09)	132 (14.09)	138 (20.09)
STV-453	2.10 e*	2.20 e	2.60 f	3.40 ef	3.40 b	3.27 e	3.37 b	3.20 c	3.47 b	3.47 de	3.27 d	3.20 de	3.10 e	3.03 cd
SG-125	2.30 d	2.77 bc	2.87 def	3.53 cdef	3.77 b	3.73 b	3.67 b	3.60 b	3.43 b	4.03 bc	3.67 bc	3.53 bcde	3.40 c	3.30 b
BA-119	2.30 d	2.83 b	3.10 cd	3.80 bc	3.77 b	3.67 bc	3.60 b	3.43 bc	3.53 b	3.80 cd	3.53 cd	3.57 bcd	3.47 c	3.27 bc
Carmen	1.90 f	2.43 d	2.80 ef	3.37 f	3.63 b	3.40 de	3.33 b	3.23 c	3.23 b	3.50 de	3.47 cd	3.40 cde	3.23 de	3.13 bcd
DPL-388	2.43 cd	2.70 c	3.03 de	3.47 def	3.43 b	3.33 e	3.30 b	3.23 c	3.30 b	3.43 e	3.43 cd	3.17 e	3.13 e	2.90 d
DPL-4111	2.63 b	2.83 b	3.07 de	3.50 cdef	3.57 b	3.43 cde	3.40 b	3.37 bc	3.27 b	3.53 de	3.40 cd	3.27 cde	3.17 e	3.10 bcd
GW Teks	2.53 bc	2.70 c	3.03 de	3.73 cd	3.77 b	3.67 bc	3.50 b	3.60 b	3.40 b	3.70 cde	3.47 cd	3.63 bc	3.37 cd	3.27 bc
Fantom	2.63 b	2.80 bc	3.37 bc	3.70 cde	3.77 b	3.63 bcd	3.57 b	3.53 b	3.50 b	3.60 de	3.70 bc	3.83 ab	3.67 b	3.63 a
Sayar-314	2.93 a	3.23 a	3.73 a	4.13 a	4.20 a	4.20 a	4.47 a	4.23 a	4.07 a	4.43 a	4.10 a	4.13 a	3.97 a	3.83 a
Erşan-92	2.83 a	3.17 a	3.60 ab	4.10 ab	4.17 a	4.10 a	4.43 a	4.17 a	4.00 a	4.33 ab	3.90 ab	4.07 a	3.97 a	3.87
Ort. (Mean)	2.46	2.77	3.12	3.67	3.75	3.64	3.66	3.56	3.52	3.78	3.59	3.58	3.45	3.33
LSD(0.05)	0.172	0.133	0.277	0.302	0.372	0.249	0.497	0.287	0.330	0.339	0.343	0.368	0.163	0.254

\*: Aynı harf grubu içerisinde yer alan konular arasında (dikey) istatistiki olarak önemli düzeyde (0.05) bir farklılık bulunmamıştır

\*Means shown with the same column (vertical) are not significantly differently at p = 0.05 probability level.

Çizelge 6. 2006 ve 2007 yıllarında, farklı pamuk çeşitlerinde ve farklı günlerde elde edilen ortalama en son 5 boğum uzunluğu değerleri ile LSD testine göre oluşan gruplar

Table 6. Means of height of last 5 node according to some cultivars and LSD testing groups in years to 2006 and 2007

Çeşitler Varieties	Ekimden sonraki günler (Days of after the sowing) (2007 yılı/year)													
	46 (21.06)	52 (27.06)	59 (04.07)	66 (11.07)	73 (18.07)	81 (26.07)	88 (02.08)	95 (09.08)	103 (17.08)	110 (24.08)	117 (31.08)	124 (06.09)	132 (14.09)	138 (20.09)
STV-453	5.10 bc*	4.90 de	6.87 bc	5.77 de	4.43 abc	4.37 a	3.87 abc	3.77 ab	3.50 b	3.47 ab	3.20 abc	3.13 bc	3.23 cd	3.17 c
SG-125	5.13 bc	5.50 a	6.63 cd	6.30 c	4.67 a	4.27 a-d	3.77 bc	3.57 bc	3.47 b	3.37 b	3.10 c	3.10 cd	3.43 b	3.50 ab
BA-119	5.40 bc	5.47 ab	6.77 c	7.00 ab	4.17 c	4.23 b-e	3.90 abc	3.73 ab	3.50 b	3.47 ab	3.20 abc	3.20 ab	3.37 bc	3.37 bc
Carmen	4.67 c	4.27 f	4.90 f	5.13 f	4.27 bc	4.30 abc	3.47 d	3.30 c	3.20 c	3.20 c	3.10 c	3.10 cd	3.17 d	3.13 c
DPL-388	5.10 bc	4.70 e	5.87 e	6.17 cd	4.57 a	4.33 ab	4.03 a	3.87 a	3.50 b	3.37 b	3.30 a	3.27 a	3.40 b	3.47 ab
DPL-5111	5.37 bc	5.10 bcd	7.50 a	6.17 cd	4.63 a	4.37 a	3.90 abc	3.83 ab	3.67 a	3.50 a	3.17 bc	3.10 cd	3.23 cd	3.37 bc
GW Teks	5.23 bc	5.30 abc	6.43 d	5.50 ef	4.53 ab	4.20 cde	3.83 abc	3.83 ab	3.60 ab	3.50 a	3.10 c	3.03 d	3.23 cd	3.50 ab
Fantom	4.77 bc	4.97 cde	6.63 cd	5.27 f	4.23 c	4.23 b-e	3.70 cd	3.77 ab	3.60 ab	3.40 ab	3.13 bc	3.10 cd	3.77 a	3.70 a
Sayar-314	5.53 ab	5.13abcd	7.13 b	7.40 a	4.57 a	4.17 de	3.83 abc	3.90 a	3.57ab	3.50 a	3.23 ab	3.20 ab	3.33 bc	3.50 ab
Erşan-92	6.27 a	4.80 de	7.47 a	6.63 bc	4.70 a	4.13 e	3.97ab	3.87 a	3.67 a	3.50 a	3.17 bc	3.17 bc	3.23 cd	3.47 ab
Ort. (Mean)	5.26	5.01	6.62	6.13	4.48	4.26	3.83	3.74	3.53	3.43	3.17	3.14	3.34	3.42
LSD (0.05)	0.833	0.384	0.277	0.470	0.297	0.121	0.249	0.277	0.153	0.109	0.109	0.077	0.153	0.277
Çeşitler Varieties	Ekimden sonraki günler (Days of after the sowing) (2007 yılı/year)													
	46 (21.06)	52 (27.06)	59 (04.07)	66 (11.07)	73 (18.07)	81 (26.07)	88 (02.08)	95 (09.08)	103 (17.08)	110 (24.08)	117 (31.08)	124 (06.09)	132 (14.09)	138 (20.09)
STV-453	4.37 cd*	6.73 f	8.80 b	8.80 d	10.07 ab	7.67 e	6.33 cd	4.53 d	4.40 de	4.93 d	4.93 bc	4.53 e	5.53 d	5.40 c
SG-125	4.43 cd	7.33 ef	10.07 a	10.07 c	10.00 ab	9.27 c	7.00 bcd	6.40 bc	5.40 bc	5.73 bcd	4.67 c	5.67 cd	5.47 d	5.73 c
BA-119	4.63 bcd	8.13 cd	9.50 ab	10.53 c	11.07 a	9.20 cd	7.80 b	5.33 cd	4.93 cde	5.40 cd	4.67 c	5.33 de	6.07 cd	5.87 c
Carmen	3.63 d	6.73 f	8.33 b	9.00 d	9.80 ab	9.13 cd	7.40 bc	5.07 cd	5.53 bc	6.00 abc	4.73 c	5.73 cd	5.73 d	5.87 c
DPL-388	4.77 bcd	6.80 ef	8.73 b	10.00 c	8.40 c	8.00 de	6.27 cd	6.47 bc	5.53 bc	5.93 abc	5.13 bc	5.73 cd	6.00 cd	5.67 c
DPL-5111	5.80 ab	7.53 de	8.47 b	10.13 c	10.00 ab	8.93 cd	7.53 b	7.47 ab	5.33 bcd	5.60 cd	4.67 c	5.73 cd	5.87 cd	6.07 c
GW Teks	5.67 abc	9.07 ab	9.40 ab	10.67 bc	10.47 a	9.53 bc	7.20 bcd	6.40 bc	4.87 cde	6.13 abc	5.33 bc	6.47 bc	6.87 c	6.93 b
Fantom	5.97 ab	8.23 cd	8.47 b	8.73 d	9.07 bc	7.40 e	6.07 d	5.20 cd	4.13 e	6.60 a	6.47 a	9.13 a	9.93 a	7.93 a
Sayar-314	6.40 a	8.70 bc	10.20 a	12.07 a	10.33 ab	11.07 a	9.40 a	8.00 a	7.67 a	6.53 ab	5.73 ab	7.27 b	8.13 b	8.13 a
Erşan-92	5.47 abc	9.47 a	10.47 a	11.47 ab	10.60 a	10.60 ab	8.07 b	7.13 ab	5.93 b	6.13 abc	5.73 ab	8.93 a	9.33 a	8.67 a
Ort. (Mean)	5.11	7.87	9.24	10.15	9.98	9.08	7.31	6.20	5.37	5.90	5.21	6.45	6.89	6.63
LSD (0.05)	1.362	0.746	1.185	0.870	1.270	1.265	1.196	1.444	0.990	0.844	0.936	0.943	1.077	0.839

\*: Aynı harf grubu içerisinde yer alan konular arasında (dikey) istatistiki olarak önemli düzeyde (0.05) bir farklılık bulunmamıştır

\*Means shown with the same column (vertical) are not significantly differently at p = 0.05 probability level.



Kütlü pamuk verim, birinci el kütlü oranı ve beyaz çiçek üstü boğum sayı sının 5'e ulaşma gün sayısı

2006 ve 2007 yıllarında pamuk çeşitlerine göre elde edilen kütlü pamuk verimi (kg da<sup>-1</sup>),

birinci el kütlü pamuk verimi (%) ve beyaz çiçek üstü boğum sayısının 5'e ulaşma gün sayısı (gün/çeşit) değerleri Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. 2006 ve 2007 yıllarında, farklı pamuk çeşitlerinden elde edilen ortalama kütlü pamuk verimi, birinci el kütlü pamuk oranı ve beyaz çiçek üstü boğum sayısı (BÇÜBS)'nin 5'e ulaşma gün sayısı ile LSD testine göre oluşan gruplar

Table 7. Means of seed cotton yields, first picking ratio and the number of days required for the number of nodes above white flower to reach 5 according to some cultivars and LSD testing groups in years to 2006 and 2007

Çeşitler Varieties	Kütlü pamuk verimi (kg da <sup>-1</sup> )		Erkencilik oranı (%)		(BÇÜBS)'nin 5'e ulaşma gün sayısı (gün çeşit <sup>-1</sup> )	
	Seed cotton yield		Easliness ratio		Days of reach to NAWF-5	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007
STV-453	487.41 a*	454.12 a	96.00 bcd	95.30 ab	94.0 b*	96.0 b
SG-125	328.19 f	318.31 e	96.76 abc	92.87 b	87.0 c	89.0 c
BA-119	455.33 ab	432.14 ab	97.73 ab	95.57 ab	87.0 c	89.0 c
Carmen	386.22 de	391.73 c	87.31 f	81.35 c	101.0 a	103.0 a
DPL-388	394.16 cde	386.74 c	98.01 a	98.72 ab	87.0 c	89.0 c
DPL-5111	359.97 e	345.14 d	97.58 abc	96.28 ab	87.0 c	89.0 c
GW Teks	338.54 f	323.15 de	94.39 de	94.20 ab	94.0 b	89.0 c
Fantom	408.98 bcd	387.62 c	98.33 a	98.97 a	80.0 d	82.0 d
Sayar-314	423.32 bcd	420.91 b	93.81 e	92.95 b	94.0 b	89.0 c
Erşan-92	439.69 bc	423.53 b	95.96 cd	94.84 ab	94.0 b	89.0 c
Ortalama Mean	402.18	388.34	95.59	94.11	90.50	90.40
LSD (0.05)	46.72	24.03	1.75	5.94	2.49	1.80

\*: Aynı harf grubu içerisinde yer alan konular arasında (dikey) istatistiki olarak önemli düzeyde (0.05) bir farklılık bulunmamıştır

\*Means shown with the same column (vertical) are not significantly differently at p = 0.05 probability level

Çizelge 7'den kütlü pamuk veriminin 2006 yılında 328.19 kg da<sup>-1</sup> ile 487.41 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalamanın 402.18 kg da<sup>-1</sup> olduğu, 2007 yılında ise 318.31 kg da<sup>-1</sup> ile 454.12 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve ortalamanın 388.34 kg da<sup>-1</sup> olduğu izlenebilmektedir. Kütlü pamuk verimi genotipik bir özellik olup, çeşitlerin çevre ile olan uyumu sonucu oluşmaktadır. Orta erkenci STV-453 çeşidinin diğer orta erkenci, erkenci (Fantom) ve geççi (Carmen) çeşitlerine göre daha yüksek verim oluşturduğu aynı çizelgeden izlenebilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde özellikle Harran Ovasında Sıcaklık

43-44 °C'ye kadar çıkmaktadır. Saptanan verim değerleri aynı zamanda çeşitlerin sıcaklık stresine olan tolerans durumlarını da göstermektedir. Nitekim Demirel ve ark. (2016) tarafından yapılan sıcaklığa toleranslık çalışmasında, Stoneville 453 ve BA-119 çeşitlerinin tarla koşullarına paralel olarak sıcaklığa toleranslı olduğu, bu nedenle anılan çeşitlerin verim durumları yanında sıcaklığa toleranslı çeşit ıslahında ebeveyn olarak seçilmesi gerektiği bildirilmiştir.

Çizelge 7'den, 2006 yılında, beyaz çiçek üstü boğum sayısının (BÇÜBS=5'e ulaşma gün sayılarının 80 ile 101 gün arasında değiştiği, ortalama 90.50 gün olduğu, 2007 yılında ise

82 ile 103 gün arasında değiştiği ve ortalamanın 90.40 gün olduğu izlenebilmektedir. Aynı çizelgeden, en yüksek BÇÜBS=5'e ulaşma gün sayısı değerinin Carmen, en düşük BÇÜBS=5'e ulaşma gün sayısının ise Fantom ve DPL-388 ve DPL-5111 çeşitlerinden elde edildiği görülebilmektedir. Bu durum, Fantom, DPL-388 ve DPL-5111 çeşitlerinin diğer çeşitlere göre daha erken olgunlaşmaya başladığını göstermektedir. Pamukta fizyolojik olarak erkenci çeşitler erken çiçek oluşturmakta ve belli bir süreden sonra çiçeklenme kesilmekte ve kozalar olgunlaşarak açmaktadır. Dolayısıyla erken olgunlaşan bitkiler erken koza açabilmektedir. Erkenciliği belirleyen diğer bir unsur ekim tarihinden birinci pozisyonda en üst beyaz çiçek üstü boğum sayısının 5'e düştüğü gün sayısıdır. Aynı tarihte bazı çeşitler çiçek oluştururken bazıları taraklanma döneminde olabilmektedir. (Bölek, (2007), Khan, (2003) ve Soomro ve ark., (2005)'in değişik pamuk çeşitleri ile yaptıkları çalışmada; erken dönemde olgunlaşan çeşitlerin BÇÜBS=5'e ulaşma gün sayılarının diğer çeşitlere göre daha erken oluştuğunu ve BÇÜBS=5'e ulaşma gün sayısının erkencilik kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmektedir. Aynı çizelgeden birinci el kütlü pamuk oranı yönünden en yüksek değer Fantom, DPL-388 ve DPL-5111 çeşidinde ve en düşük değer ise Carmen çeşidinde oluştuğu görülmektedir. Dolayısıyla birinci el kütlü pamuk oranı ile BÇÜBS=5'e ulaşma gün sayısı değerleri birbirlerini doğrulamaktadır. Bu durum, DPL-388, DPL-5111 ve Fantom çeşitlerinin erkenci olduğu ve erkencilik ıslahı çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılabileceği gibi BÇÜBS'nin 5'e ulaşma gün sayısının da erkencilik kriteri olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

## Sonuçlar

Pamukta optimum verim için vejetatif ve generatif gelişim dönemlerinin belirli bir denge içerisinde olması gerekmektedir. Bu dengeyi, çeşit seçimi, sulama, gübreleme, zirai mücadele ve bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı etkileyebilmektedir. Pamuk çeşitlerinden en yüksek verimi almak için bitki gelişiminin iyi bilinmesi gerekir. Taraklanma başlangıcından maksimum çiçeklenme ve bundan 20-25 gün sonrasına kadar geçen süre verimi etkileyen önemli bir dönemdir. Bu dönemde bitkilerin su, besin ve bitki zararlıları gibi etmenlerin stresine maruz kalmamaları gerekmektedir. Yetiştirme sezonu boyunca bitkilerin strese maruz kalıp kalmadıkları; bitki boyu, bitki boy boğum oranı, beyaz çiçek üstü boğum sayısı ve son beş boğum uzunluğu gibi özellikler bu amaçla kullanılmaktadır. Çalışma sonucunda, özellikle beyaz çiçek üstü boğum sayısının çiçeklenme ve meyvelenme döneminde bitki yönetiminde aktif olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, yaygın bir şekilde erkencilik kriteri olarak kullanılan birinci el kütlü pamuk oranının yanında, beyaz çiçek üstü boğum sayısının 5'e düşme gün sayısı özelliği de güvenli bir şekilde kullanılabilir.

## Kaynaklar

- Anonymous, 1989. User's Guide to MSTATC, An Analysis of Agronomic Research Experiments. Michigan State University, USA.
- Anonim, 2006. GAP Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa.
- Anonim, 2009. Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İklim Veri Değerleri, Şanlıurfa.
- Bourland F.M., Oosterhuis, D.M., Tugwell, N.P., Cochran, M.J., 1992. Reading the Plant for Efficient Management. In: Proc. Beltwide Cotton Conferences. (Ed. D.J. Herber and D.A. Richter) pp. 146-148.

- Bölek Y., Oğlakçı, M., Bardak, A., 2005. Pamuk tarımında kullanılan bitki izleme teknikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri, 5-9 Eylül, Antalya, Cilt I, s. 335-338.
- Bölek, Y., 2007. Phenological Characteristics of Eight Cotton Genotypes under Irrigated and Non-Irrigated Conditions. *KSU Journal of Science and Engineering*, 10(2): 111-117.
- Bölek, Y., Oğlakçı, M., Kılıç, F., 2007. Pamukta (*Gossypium spp.*) Erkenciliği Belirleyen Faktörler ve Üretim Planlaması. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10 (1): 116-125.
- Çelik, İ., Önal, İ., Çetinkaya, M., 2009. Antalya Koşullarında Çukurova-1518 Pamuk Çeşidinin Bitki İzleme Yöntemleri İle Bitki Gelişiminin Değerlendirilmesi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, *Derim Dergisi* 26 (2): 42-56.
- Çopur, O., Oğlakçı, M., 1997. Harran Ovası Koşullarında Bazı Pamuk Çeşitlerinde Çiçeklenme ve Meyvelenme Düzeninin Saptanması. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1 (2): 19-28.
- Çopur, O., 2016. Lif Bitkileri (Çağrılı Bildiri). 2023-2071 Vizyonu ile TOÇ BİR-SEN Tarım Kongresi. 8-10 Nisan 2016, Kızılcahamam, Ankara (Basımda).
- Demirel, U., Çopur, O., Gür, A., 2016. Screening of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for Heat Tolerance Using Multi-trait Approach under Controlled Environment Conditions. *Plant Breeding*, 135 (1): 80-89.
- Gençer, O., Yelin, D., 1983. Pamuk Bitkisinde (*Gossypium hirsutum* L.) Erkencilik Kriterlerinin Kalıtımı ve Verimle İlişkileri Üzerinde Bir Araştırma. Tarım ve Orman Bakanlığı Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 40, Adana.
- Iqbal, M., Chang, M.A., Mahmud, A., Iqbal, M.Z., Hassan, M., Islam, N.U., 2003. Maturity of Cotton Cultivars in Multan as Determined by Node above White Flower. *Asian Journal of Plant Science*, 2 (3): 325-330.
- Khan, U.Q., 2003. Monitoring the growth and development of cotton plant using main stem node counts. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(8): 593-596
- Landivar, J.A., Benedict, J.H., 1996. Monitoring system for the management of cotton growth and fruiting. Texas A&M University, Texas Agricultural Experiment Station Bulletin B-2, USA.
- Kerby, T.A., Horrocks, R.D., Plant, R.E., 1993. Plant Monitoring to Quantity Vegetative Vigor. Cotton Physiology Conferences. Proceedings Beltwide Cotton Conference. National Cotton Council. Memphis. pp. 1177-1180.
- McPherson, G.R., Whimore, R., Gwyn, J., Vasek, J., Greenly, B. 1995. Use of Plant Mapping to Measure Maturity of Cotton Cultivars. In: Proc. Beltwide Cotton Conferences. (Ed. D.J. Herber and D.A. Richter) pp. 552-556.
- Oosterhuis, D.M., Bourland, F.M., Tugwell, N.P., 1993. Basis for the Nodes-Above White Flower Cotton Monitoring System. Cotton Physiology Conferences.. Proceedings Beltwide Cotton Conference, pp. 1181-1183, NCC, Memphis, USA.
- Oosterhuis, D.M., Robertson, W.C., 2000. The Use Plant Growth Regulators and Other Additives in Cotton Production. Proceedings of the 2000 Cotton Research Meeting. AAES Special Report 198, Arkansas, USA.
- Özbek, N., Bintaş, E., Yılmaz, E., Beşenk, Z.Y., 2005. Pamuk Bitkisinde Farklı Bitki İzleme Teknikleri Kullanılarak Bitki Gelişiminin İzlenmesi İle Su Yönetimi. Proje No: TAGEM/TA/03/02/02/005, Nazilli/Aydın.
- Silvertooth, J.C., Norton, E.R., 1999. Cotton Monitoring and Management System. College of Agricultural the University of Arizona, USA.
- Soomro, A.R., Anjum, R., Umar, A., Chang, M.A., Soomro, S.R., Soomro, N. 2005. Comparison of Earliness Through Nodes above White Flower (NAWF) in Upland Cotton. *The Indus Cottons*, 2(2): 50-54.
- Yolcu, S., 2009. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Farklı Azot Doz ve Uygulama Zamanlarının Verim ve Verim Unsurları İle Bitki Büyüme ve Gelişmesini İzleme Parametrelerine Etkisi. KSU Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 136 sayfa, Kahramanmaraş.
- Teague, T.G., Tugwell, N.P., Danforth, D.M., Oosterhuis, D.M., 2000. Cotton in Cotton Research. Proceedings of the 2000 Cotton Research Meeting, pp. 198-202, USA.
- Worley, S.J.R., Harmon, H.R., Harrel, D.C., Culp, T.W., 1976. Ontogenetic Model of Cotton Yield. *Crop Science*, 16: 30-34.



## Türkiye’de Aile Çiftçiliği, İşgücü Prodükivitesi ve Sürdürülebilirlik

Gülşen KESKİN<sup>1\*</sup>, Gülzade KAPLAN<sup>1</sup>, Hayati BAŞARAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara

<sup>2</sup>Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Ankara

\* Sorumlu yazar: gulsenkeskin@gmail.com

### Öz

Tarımda aile işletmeleri dünyadaki tüm tarımsal işletmelerin yaklaşık %98’ini oluşturmakta ve tarımsal üretimin %56’sını gerçekleştirmektedir. Türkiye’de de tarımsal üretimin ana kaynağını aile işletmeleri oluşturmaktadır ve 3 milyon işletmede yaklaşık 5.5-6 milyon kişiye istihdam imkanı sağlamaktadır. Türkiye tarım sektörü, GSYH’nin (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla) yaklaşık %7.5’ünü ve istihdamın %21’ini oluşturmaktadır. GSYH’deki payın düşüklüğü ve yüksek istihdam oranı tarımdaki verimliliğin düşüklüğünü göstermektedir. Bu durum birçok faktörün yanı sıra küçük tarım işletmelerinin yoğunluğu, tarımda ekonomik örgütlenmedeki etkinsizlik, ileri teknoloji kullanımının tüm çiftçiler düzeyine yaygınlaşmaması, kırsal alanda eğitim, sağlık gibi sosyal imkanların azlığı ve kaynakların etkin kullanılmamasının sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye’de aile çiftçiliğinin mevcut durumu ve işgücü verimliliği dikkate alınarak tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanma koşulları incelenmektedir. Bu amaçla, Türkiye’de aile çiftçiliğinin güçlü ve zayıf yönleri anlatılarak, tarımdaki yapısal sorunların çözümünde ve aile çiftçiliğinin zayıf yönlerinin giderilmesinde ekonomik bir örgütlenmenin gerekliliği anlatılmakta ve çözüm önerileri sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Aile çiftçiliği, Prodükivite, Sürdürülebilirlik

## Family Farming In Turkey, Agricultural Labor Productivity and Sustainability

### Abstract

Family farms contribute to agricultural production, and they make up about 98% of the businesses and 56% of agricultural production in the world. Agriculture in Turkey is a sector, which is providing employment for approximately 5.5–6 million people in 3 million agricultural holdings is mostly formed by small-scale family enterprise. Agricultural sector includes 21 % of the employment and approximately 7.5 % of Gross Domestic Product (GDP). The low level of GDP and a high level of employment rate indicate the low efficiency in agriculture. This fact is a result of several factor, such as density of small sized agricultural administrations, effectiveness in economical organization in agriculture, unavailability of widening usage of advanced technology among all farmers, less availability of social facilities such as education, health in rural areas and inability of effective usage of resources. In this study, strong and weak parts of family farming in Turkey shall be determine and it shall be shown that an economical organization is required for solution of structural problems in farming and for recovery of weak points of family farming and solution proposals are presented.

**Key Words:** Family farming, Productivity, Sustainability

### Giriş

Aile çiftçiliği birçok boyutunun olması nedeniyle tanımlanması kolay olmayan bir

kavramdır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) bir çalışmasında aile çiftçiliğinin tanımı üzerine yoğunlaşmış ve her biri aile çiftçiliğinin farklı karakteristik özelliklerini

ifade eden 36 farklı tanımlama ile karşılaşılmıştır. Bu nedenle, genel kabul görmüş bir tanımlama yapmak çok kolay olmamakla birlikte, aile çiftçiliğinde en önemli unsurların aile işgücü olduğu, kararları aile bireylerinin verdiği, gelirin önemli bir kısmının tarımsal faaliyetten sağlandığı ve herhangi bir büyüklük sınırlamasının olmadığını söylemek mümkündür (Anonymous, 2014).

Türkiye’de de tarım işletmeleri aile işgücü ağırlıklı bir yapıda üretim faaliyetlerine devam etmekte ve bu işletmelerin asıl geçim kaynağını tarım oluşturmaktadır.

Türkiye’nin sahip olduğu iklim ve doğal koşullar bölgeler arası üretim deseninde önemli farklılıklar yaratmaktadır. Böylelikle, bölgelere özgü ürünler önemli bir geçim kaynağı olarak ortaya çıkmakta ve tarım dışında istihdam imkânlarının azlığı ve nispeten düşük eğitim düzeyi tarımsal üretime devamı zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, Türkiye’de tarım işletmelerinin önemli bir bölümü geçimlik aile işletmeleri olarak faaliyetlerini devam ettirmekte ve sermaye birikimi de yapılamadığı için işletmeler ticari boyuta ulaşmamaktadır. Buna karşın; tarımsal faaliyet, aile ihtiyaçlarının karşılanabilmesi ve kente kontrolsüz göçün önlenmesi bakımından halen önemli bir sosyal olgu olmaya devam etmektedir.

Türkiye’de tarım işletmelerinin ortalama arazi genişliği 6 hektar olup, %67’sinde bitkisel üretim ve hayvancılık bir arada yapılırken, sadece hayvancılık yapan işletme sayısı ise %3’tür. Bölgelere göre değişmekle birlikte bitkisel üretimde ortalama çalışılan gün sayısı 209 olup, yıllık iş saati 1672 saat/işgücü ile AB ortalamasından düşüktür (TUİK, 2001). Buna karşın Türkiye’de halen tarımda aile işletmelerinin hâkim olduğu emek yoğun üretim öne çıkmakta ve en

önemli üretim faktörü işgücü olmaya devam etmektedir. Bu durum özellikle hasadın elle yapıldığı, emek yoğun üretim gerektiren sebze ve meyve üretiminde daha önemli olmaktadır. İşletmenin gelirini çeşitli riskler karşısında korumak için de üretim deseninin çeşitliliği ve hayvancılık önem taşımaktadır.

Son yıllarda artan küreselleşme girişimleri rekabeti artırmakta ve bu süreçte kalite unsurlarının yanı sıra birim girdi başına verimlilik de belirleyici olmaktadır. Dünya ekonomisindeki gelişmelerin aynı ürünü daha ucuza temin edebilecek olanakları sağlamasına karşın, savaş ve kriz gibi olağanüstü dönemler nedeniyle ülkelerin kendine yeterlilikleri halen önemini korumaktadır. Bu nedenle, artan rekabet koşulları tarımsal işletmelerin ölçek ekonomilerine uygun olarak üretimde bulunmalarını zorunlu kılarken, gıda güvenliği/güvencesi, ekolojik-sosyal-ekonomik sürdürülebilirlik açısından da aile işletmelerinin önemi artmaktadır. Aile çiftçiliği her şeyden önce özellikle gelişmekte olan ülkelerde bir varoluş konusu ve sürdürülebilirliğin garantisi olarak görülmektedir. Doğal kaynakların sınırlı olması ve bu nedenle bunların gelecek kuşaklara ulaşmasının da ancak dikkatli kullanım ile mümkün olabileceği bilinmektedir (Anonymous 2014). Bu nedenle tarım sadece ekonomik açıdan değil sosyal olarak da önemli görülmekte ve tüm ülkelerde desteklenmektedir.

Türkiye’de ise tarım ürünlerinin uluslararası rekabet açısından temel güçlüğü işletme ölçeği ve verimlilikteki düşüklüktür. İşletme ölçeğinin küçüklüğünün yanı sıra bunun dezavantajlarını ortadan kaldıracak veya azaltacak bir örgütlenme düzeyine ulaşamamış olunması da halen önemli bir sorundur.

Türkiye’de 2000 yılında tarımda istihdam başına gelir tüm sektörler ortalamasının %34.9’u iken 2015 yılında %43.3 olarak gerçekleşmiş ve aynı dönemler içinde tarımda istihdam başına gelir 1.89 kat, tüm sektör ortalamasında istihdam başına gelir ise 1.5 kat artış göstermiştir. Buna göre aynı dönemler içinde tarımda istihdam başına gelir tüm sektör ortalamasından fazla artış göstermiştir (TUİK, 2016).

Bu çalışmada, Türkiye’de aile çiftçiliğinin mevcut durumu ve işgücü verimliliği dikkate alınarak tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanma koşulları incelenmektedir. Bu amaçla, Türkiye’de tarımdaki yapısal sorunların çözümünde ve aile çiftçiliğinin zayıf yönlerinin giderilmesinde ekonomik bir örgütlenmenin gerekliliği ve çözüm önerileri anlatılmaktadır.

### **Materyal ve Metot**

Çalışmanın ana materyalini Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB), Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Avrupa Birliği (AB) Çiftlik Muhasebe Veri Ağı (FADN) verileri oluşturmaktadır. Ayrıca, daha önce yapılmış bilimsel çalışmalar da incelenmiştir. Çalışmada, prodüktivite değer olarak hesaplanmış ve alana birim işgücü masrafı karşılığında elde edilen üretim değeri ve net gelir dikkate alınarak bulunmuştur. Birim alana işgücü masrafları ve ürünlerin üretim değeri Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) tarafından yapılan ürün maliyet çizelgelerindeki Türkiye ortalama verileri kullanılarak elde edilmiştir. Üreticilerin üretim faaliyetlerini ekonomik olarak sürdürebilmeleri ve rekabet edebilmeleri ise çiftçi eline geçen ürün fiyatlarının en azından maliyetleri karşılması ve geçimini sağlayacak kadar da bir karın oluşmasına bağlı olmaktadır. Bu nedenle AB

ile karşılaştırma yapmak amacıyla ürünlerin çıktı/girdi oranları da kullanılmıştır.

### **Araştırma Bulguları**

#### *Türkiye’de Aile Çiftçiliği*

Aile çiftçiliğinin birçok boyutunun olması çok sayıda tanımlamaya neden olmakla birlikte, işletmedeki işin esas olarak aile işgücü tarafından yapılması ve ailenin işletmeyi kendi hesabına yönetmesi önemli bir göstergedir (Anonymous, 2013). Aile işletmesinin tanımlamasında önemli olan göstergeler; işletmede işin kim tarafından yapıldığı, önemli kararları kimin verdiği, araziye ve altyapıya kimin sahip olduğu, işletmenin nasıl finanse edildiği, riski kimin üstlendiği, aile gelirinin nereden kaynaklandığı, aile ve işletme arasındaki bağlantılar ve işletme devrinin nasıl planlandığıdır (Anonymous, 2014). Buradan görüldüğü gibi aile çiftçiliği tanımı içinde işletme büyüklüğü bir kriter olarak yer almamaktadır. Zira dünyada yaklaşık 500 milyon olan aile işletmelerinin %85’i özellikle de Afrika ve Asya’da 2 hektardan daha küçük arazileri işletirken, AB’de ortalama işletme genişliği 14 hektar ve Latin Amerika’da 70 hektardır (Anonymous, 2013). Bu durum tarımsal prodüktivite bakımından eşit olmayan şartları ortaya çıkarmaktadır.

Aile çiftçiliği, aile temelli tüm tarımsal faaliyetleri kapsamaktadır ve kırsal kalkınmanın birçok alanı ile bağlantılıdır. Aile çiftçiliği; geleneksel gıda ürünlerinin korunmasına yardımcı olan, dengeli beslenme için imkan sağlayan, tarımsal biyoçeşitliliğin korunmasına katkıda bulunan, kaynakların sürdürülebilir şekilde kullanılmasını sağlayan bir yapı olarak ortaya çıkmaktadır (FAO, 2014). Genel olarak aile çiftçiliğinin güçlü yönleri; karar almada hızlı olması, gelecek nesillerin düşünülmesi, krizlere direnç göstermesi, bağımsızlık,

yüksek motivasyon, iş yoğunluğu olması durumunda aile bireylerinin işlere yardım etmesi olarak ifade edilebilir. Zayıf yönleri ise sermayenin az olması, yetersiz ölçek ekonomisi, riski üstlenme, verasetteki güçlükler, uzmanlığın yerini genel bilginin almasıdır (Anonymous, 2013). Bunlara ilave olarak Türkiye'deki aile işletmelerinin zayıf olduğu konuların başında ekonomik örgütlenmedeki başarısızlıklar gelmektedir.

Türkiye'de tarımsal faaliyette bulunan aile işletmelerinin olumlu tarafları yanında bazı zorlukları ve sorunları da bulunmaktadır. Kaynak ve hammadde temininde karşılaşılan sıkıntılar, nüfusun yaşlanması ve çocukların arazileri terk etmesi, eğitim ve finansman hizmetlerinin eksikliği ve erişim güçlükleri, fiyat oluşum süreçlerine az ya da hiç katılmama durumları aile çiftçiliğinin temel sorunları arasında yer almaktadır (GTHB, 2014). Bunlara ilave olarak bankalara, politik kararlara ve diğer sektörlere bağlı olunması

nedeniyle ortaya çıkan sınırlamalar, küresel rekabet baskısı ve sınırların açılması, iklim değişikliğinin etkisi, şehre göç, toplumun değişen değer yargısı, kadınların rollerinin tanınmasındaki yetersizlikler, ebeveynlerin beklentileri nedeniyle gelecek nesiller üzerindeki baskılar da aile çiftçiliğinin sınırlayıcı faktörleri olarak söylenebilir (Anonymous, 2014).

Türkiye'de aile çiftçiliği konusunda genel olarak üretim maliyetlerinin yüksekliği, eğitim yetersizliği, örgütlenme yetersizliği ve mevcut örgütlerin pazarlamada etkili olamaması, kooperatif bilincinin ve aidiyet duygusunun yetersizliği, aile çiftçilerinin piyasadaki fiyat dalgalanmalarından aşırı etkilenmesi gibi konulardan kaynaklı sorunlar yaşanmaktadır. Türkiye'de aile çiftçiliğinin temel sorunu olan örgütlenme sorunları ve bunların sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Üreticilerin Ekonomik Amaçlı Örgütlenme Sorunları

Table 1. Problems of Economic Organization of Producers

Örgütlenmesindeki Yetersizlik	Nedenler	Sonuçlar
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Düşük eğitim düzeyi</li> <li>2. Yaygın çalışmalarının etkin olmaması</li> <li>3. Başarılı iyi örneklerin çok az olması</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Yeterli bilincin oluşmaması, küçük çiftçiler için örgütlenmenin öneminin algılanamaması</li> <li>2. Önder çiftçi eksikliği</li> <li>3. Kadınların işletme dışı işlerde aktif olmamaları</li> <li>4. Yetersiz tanıtım ve bilgilendirme</li> <li>5. Farklı bir imajın algılanması (siyasi çıkar vs.)</li> <li>6. Güven eksikliği</li> <li>7. İletişimin zayıflaması</li> </ol>
	Etkiler	Sonuçlar
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Finansman yetersizliği</li> <li>2. Çiftçinin tek başına pazarlama kabiliyetinin zayıflaması</li> <li>3. Girdilerin yüksek fiyata alınması</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tarımsal ve teknolojik gelişmeler konusunda bilgilendirme ve bunları kullanmada yetersizlik (İTU, izlenebilirlik, bilinçsiz gübre, ilaç kullanımı vs)</li> <li>2. Danışmanlık hizmeti alınamaması</li> <li>3. Taşıma ve depolama imkanlarının yetersizliği</li> <li>4. Kalitenin düşmesi</li> <li>5. Maliyetlerin artması (Aracı sayısının artması, kayıpların artması, tüketici rantının azalması, kar marjının düşmesi/düşük fiyat)</li> <li>6. İhracat şansının azalması</li> </ol>

Kaynak: (Keskin ve ark. 2009)

### İşgücü Prodüktivitesi

Türkiye'de kırsal nüfusun ve istihdamda tarım sektörünün payı zaman içerisinde azalmakla beraber önemini sürdürmektedir. İstihdam edilenlerin 1990 yılında %46'sı tarım sektöründe çalışırken, 2015 yılında %20.6'sı tarım sektöründe çalışmaktadır. İstihdamda tarım sektörünün payı son 20 yılda yaklaşık %45 azalmasına rağmen, halen çalışan 5 kişiden biri tarım sektöründe istihdam edilmektedir (TUİK, 2016).

Türkiye'de ekim alanı ve bitkisel üretim miktarı bakımından ilk sırada yer alan buğdayda toplam masraflar içinde işgücü maliyetinin payı İç Anadolu Bölgesinde %2.7-%4.0; arpada %2.8 - %3.6 arasındadır. Tarla tarımında yoğun işgücüne ihtiyaç duyulan şeker pancarında ise aynı bölgede bu oran %12.4 ile %15.6 arasında değişmektedir (TEAE, 2001). Sebze tarımında domatesin işçilik masrafları açıkta üretimde toplam üretim maliyetinin %34 ile %49 arasında değişmekte, örtü altı tarımında ise yüksek girdi maliyetleri nedeniyle işgücü masrafı %6'ya kadar inebilmektedir (Keskin ve ark., 2010). Üretici geliri bakımından ürün maliyetleri kadar ürün fiyatlarındaki istikrar da önemli olmakta, fiyatlardaki aşırı dalgalanmalar gelirden istikrarsızlığa neden olmakta ve üretim desenini de etkilemektedir.

Türkiye özellikle domates, havuç, karpuz, kiraz, elma ve kavunda<sup>1</sup> iyi durumda görülmektedir. Maliyet çalışmaları yapılan diğer sebzelerde de 2009/2012 yıllarında çıktı/girdi oranları ortalama 2'nin üzerinde olup aynı yıllarda en düşük çıktı/girdi oranına sahip olan ürün 1.6 ile kuru soğandır (Keskin, 2011). Ancak ürün fiyatlarındaki, verim ve maliyetlerdeki değişikliklere göre yıllara göre

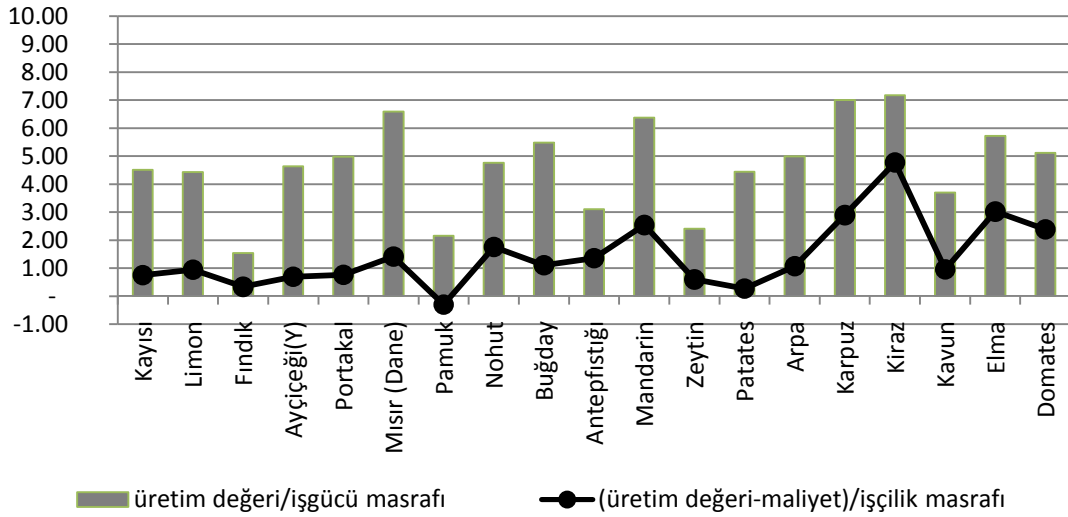
prodüktivite de farklılık göstermektedir. Bununla birlikte genel olarak tarla bitkileri üretiminin geniş alanlarda yapıyor olması ve genellikle sebze tarımı kadar emek yoğun üretimi gerektirmemesi işgücü prodüktivitesi dışında diğer faktör verimliliklerinin burada daha önemli olduğunu göstermektedir.

Keskin ve Dellal tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışmaya göre Türkiye'de tarımsal üretimde yılda ihtiyaç duyulan işgücünün yaklaşık %44'ünü tarla tarımı, %34.3'ünü sebze ve meyvecilik, %12.7'sini büyük ve küçükbaş hayvancılık ve %9'unu (nadas, küçükbaş vs) diğer üretim faaliyetleri talep etmektedir. Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün yaptığı bir başka çalışmada ise bitkisel ürünlerde birim alana en yüksek işgücü talebi kiraz ve domateste en düşük ise buğday ve arpada bulunmuştur. Benzer sonuçlar Keskin tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada da tespit edilmiş olup birim alandaki işçilik masrafları en yüksek domates, elma ve kirazda gerçekleşmiştir. Türkiye'de işgücü prodüktivitesinin en yüksek olduğu ürünler ise 2012 yılında kiraz, karpuz, elma ve domates olmuştur (Şekil 1).

Türkiye'de tarla bitkileri üretimi işletmelerin hem öz tüketimi hem de gıda güvencesini sağlama bakımından öne çıkarken, meyve ve sebze üretiminin daha çok pazara yönelik bir üretim olduğu ve ailenin gıda güvencesini sağladığı görülmektedir. Hektara en yüksek gelir 2011 yılında domates, kiraz ve elmada elde edilmiştir (Keskin, 2011). İşgücü talebi en yüksek olan ürünlerin alan gelirlerinin de en yüksek olduğu ve tarımda toplam prodüktivite artışında özellikle fazla işgücü gerektirmeyen mekanizasyonun yoğun olduğu tarla bitkilerinde verimlilik artışının önemli olduğu söylenebilir.

<sup>1</sup>GSÜD/masraflar oranı 2'nin üzerinde bulunmuştur.





Şekil 1. Önemli Bazı Ürünlerde İşgücü Prodükivitesi (2012)

Figure 1. Labor force productivity in some important products (2012)

Kaynak: Yazar tarafından yapılan özel hesaplamalar.

AB FADN verilerine göre 1990-2012 yılları arasında toplam çıktı/toplam girdi<sup>2</sup> oranları incelendiğinde sebze ve süs bitkileri yetiştiren işletmelerde İtalya'nın (2) en avantajlı ülke olduğu görülmektedir. İspanya'nın 1990 ve 2000 yıllarında 2 olan toplam çıktı/toplam girdi oranı 2009 yılından sonra 1'e düşmüş, Yunanistan'da bazı yıllarda 1 olan bu oran 2009, 2011 ve 2012 yıllarında 2 olarak gerçekleşmiştir. Portekiz'in ise 1 olan oranı 2010 yılında 2'ye çıkmıştır. Bu verilere göre İtalya ve Yunanistan bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde verimliliği yüksek ülkelerdir. İspanya'nın ihtisaslaşmış bahçecilik işletmeleri son 20 yılda alan olarak büyük bir gelişme göstermesine karşın çıktı/girdi katsayısı 2'nin altındadır (Anonymous, 2015). Şekil 2'den bahçecilik faaliyetinde ihtisaslaşmış işletmelerdeki toplam işgücünün 2012 yılına göre yıllık AWU<sup>3</sup> olarak İspanya (2.84) ve İtalya'da

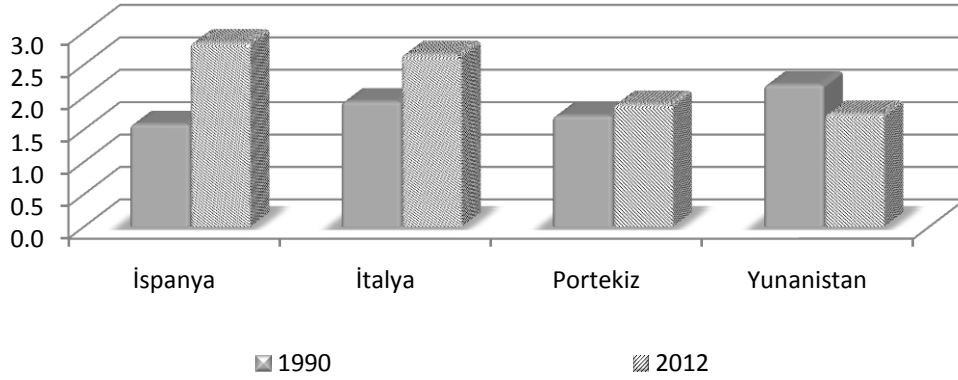
(2.66) birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Şekil 2'den İtalya'daki işletmelerin emek yoğun işletmeler olduğu ve bahçecilik işletmelerinde emek yoğun işletmelerin daha verimli çalıştığı söylenebilir. Türkiye'de ise 2001 Tarım Sayımı sonuçlarına göre esas işi tarımsal faaliyet olan hanehalkı dikkate alındığında, işletme başına 2.65 kişi düşmektedir.

#### Türkiye'de Aile Çiftçiliğinin Sürdürülebilirliği

Aile çiftçiliği, sağlıklı ve sürekli üretilen gıda maddeleriyle öz ihtiyaçların karşılanması ve aile için uygun bir gelirin sağlanması bakımından önemlidir. Aile içinde devamlılığın sağlanması ile yöresel bilgilerin korunması, doğal kaynakların sürekli kullanılabilir olması da sağlanmaktadır. Böylece ekolojik, ekonomik ve sosyal bakımdan aile işletmesinin sürdürülebilirliğini

<sup>2</sup> Toplam brüt üretim değeri/ özel masraflar+genel masraflar+amortisman+ (ödenen ücretler+faiz+kira)

<sup>3</sup>1 AWU (annual work unit) 1800 saattir. Tam zamanlı çalışan bir kişinin yıllık çalışma süresini ifade eder.



Şekil 2. AB’de Bahçecilik Faaliyetinde İhtisaslaşmış İşletmelerde Toplam İşgücü (AWU, TF8)

Figure 2. Farms Specialized in Horticulture in the EU and Total Labour Input (AWU,TF8)

Kaynak: (Anonymous, 2015)

sağlamak önemli olmaktadır (Anonymous, 2014; Anonymous, 2013). Ulusal düzeyde başarılı bir aile çiftçiliği tarımsal ve ekolojik koşullar ve bölgesel özellikler, uygulanacak çevre politikaları, pazarlama olanakları, doğal kaynakların varlığı, teknoloji ve yayım hizmetlerine erişim, tarımsal finansman olanakları, demografik, ekonomik, sosyo-kültürel koşullara erişim gibi birçok faktöre bağlı bulunmaktadır. Aile çiftçiliği, sosyal politikalarla desteklendiği durumda yerel ekonomilerin canlanması için de bir fırsat olarak görülmektedir (GTHB, 2014; FAO, 2014a). Bununla birlikte özellikle gelişmekte olan ülkelerde işletmelerin küçük ölçekli olması ve ekonomik güçlükler önemli sınırlayıcı faktörler olarak ortaya çıkmaktadır.

Her ülkede ekonomik, ekolojik ve sosyal kısıtlılıklar farklılık göstermekte olup, Türkiye’de aile ve sosyal bağların güçlü olması, geleneklere/yerel değerlere bağlılık, insanların yaşadığı çevreye bağlılığı ve duyarlılık göstermesi aile çiftçiliğinin sürdürülebilirliği bakımından önemli göstergelerdir. Bir diğer önemli etken, Türkiye’nin sahip olduğu doğal ve ekolojik koşulların meyve/sebze yetiştiriciliğinde önemli avantajlar sağlamasıdır. Birim alana işgücü talebi yüksek olan bahçecilikte işgücü

verimliliğinin tarla bitkileri yetiştiriciliğine göre yüksek olması da bu alanda önemli bir potansiyeli göstermektedir.

Türkiye’de aile çiftçiliğinin en önemli özelliği olan küçük işletmeler birçok sorunla karşı karşıya bulunmakta olup, Çizelge 1’de ifade edilen örgütlenme sorunu ise en temel sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Örgütlenmenin temel sorun olmasının ana nedeni ise özellikle ölçek ekonomisi gibi işletmelerin tek başlarına çözemeyecekleri sorunlar için bir araç olması ve Çizelge 2’de görüldüğü gibi bunun sağlanması durumunda birçok sorununda çözülebilecek olmasıdır. Türkiye’de tarımın yapısal ve ekonomik sorunlarını çözmeye ekonomik örgütlenme önemli bir araç olarak işletmelerin devamlılığını sağlamada önemli olmasına karşın, mevcut örgütlenmedeki etkinsizlikler de bu sorunların çözümünü geciktirmektedir. Genel olarak, örgüt kültürünün uygulamaya gerektiği ölçüde aktarılmamış olması işletme yönetiminde başarısızlığın önemli nedenlerinden biri olarak görülmektedir (Ören ve ark. 2005). Türkiye’de de özellikle tarımda ekonomik örgütlenme kültürünün gelişmemiş olması ve üretim aşamasından tüketime kadar geçen tüm süreçte ekonomik örgütlenmedeki yetersizlikler tarım

sektörünün temel sorunlarının başında gelmektedir (Keskin ve ark., 2010).

Türkiye’de tarımda örgütlenme modeli ekonomik örgütlenme, politika oluşturma amaçlı örgütlenme ve mesleki örgütlenme şeklindedir. Kooperatifler, üretici birlikleri ve ziraat odalarından oluşan bu üçlü yapı içerisinde kooperatifler; çiftçinin ekonomik kolu, üretici birlikleri; politika, yönlendirme ve lobi oluşturma kolu, ziraat odaları ise hükümet ile çiftçi arasında köprü oluşturan mesleki koludur. Bu yapılanmada organizasyonların görev ve fonksiyonlarının birbirini tamamlar mahiyette olması önemlidir (Özdemir ve ark. 2011).

Türkiye’de tarımın önemli sorunlarının birçoğu Çizelge 2’de belirtildiği gibi ekonomik örgütler ve özellikle de tarımsal kooperatifler vasıtasıyla çözülebilir niteliktedir. Nitekim gülyağı, tiftik ve yaş koza üretiminin sürdürülebilirliğinde kooperatifler önemli bir role sahiptir. Kooperatiflerin etkinleştirilmesi ve özellikle tarımda örgütlenmede kadın potansiyelinin de etkin hale getirilmesi ile üretim yapılırken, aile bireylerinin yerelde istihdamı da sağlanmış olmaktadır. Bu nedenle yeterli etkinliğe sahip olmayan kooperatiflerin etkinleştirilmesi ve özellikle tarımda örgütlenmede kadın potansiyelinin de etkin hale getirilmesi ile başarı sağlamak mümkündür.

Çizelge 2. Üreticilerin Ekonomik Amaçlı Örgütlenme Sorununun Çözümü

Table 2. Solution of the Problems of Economic Organization of Producers

Örgütlenmenin Sağlanması	Ana Faaliyet	Alt Faaliyetler
	1. Örgütlenmenin teşvik edilmesi	
	<b>NİHAİ SONUÇ</b>	
1. Pazar odaklı üretim 2. Güçlü finansman yapısı		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Girdilerin uygun fiyata temini</li> <li>2. Pazarlamada etkin olma</li> <li>3. Depolama, taşıma, paketleme ve işleme tesislerinin kurulması</li> <li>4. İTU, izlenebilirlik ve AB’ne uyumun kolaylaşması</li> <li>5. Aracıların azalması</li> <li>6. Kayıpların azalması</li> <li>7. Kalite ve standartlarda artış</li> <li>8. Rekabet gücünde artış</li> <li>9. Maliyetlerde azalma</li> <li>10. Ürünlerin hak ettiği fiyattan satışı</li> <li>11. Üretici gelirlerinde artış</li> <li>12. İhracat şansında artış</li> </ol>

Kaynak:(Keskin ve ark. 2009)

## Tartışma ve Sonuç

Türkiye’de tarım işletmelerinde en fazla bulunan üretim faktörü işgücü, en yetersizi ise sermayedir. Artan küreselleşme girişimleri ile ulusal ve uluslararası pazarlarda rekabet edebilmek için kaynakların etkin kullanılması gelecekte var olabilmenin koşulu olarak belirmektedir. Bu nedenle, tarım işletmelerinde işgücünün etkin kullanımı ve gelir düzeyindeki artış rekabet şansını artıracığı için önemlidir.

Türkiye, uygun iklim koşulları nedeniyle birçok tarım ürününün yetişebildiği ve bazı ürünlerde de dünya liderliği bulunan ülkelerdendir. Meyve ve sebze üretiminde dünyanın önemli ülkeleri arasında yer almakta ancak, özellikle işgücü talebi düşük olan tarla bitkilerinde birim alandaki verimliliğin düşük olması da önemli bir dezavantaj olarak görülmektedir.

Birim alanda verimliliğin düşük olmasında işletme ölçeği, ekonomik anlamda örgütlenmedeki zayıflık, tarımsal faaliyetlerle uğraşanların eğitim düzeyi ve yeterli sermaye birikimi sağlanamaması gibi birçok faktörün etkisi vardır. Bu durum çiftçi eline geçen geliri düşürmekte ve işletmelerin rekabet şansını da azaltmaktadır. Türkiye’de tarım işletmelerinin ölçekten kaynaklanan mevcut sorunlarının çözümü ve küçük aile işletmelerinin varlıklarını devam ettirebilmeleri tarımda örgütlenme, özellikle de kooperatifler yoluyla sağlanabilecektir.

Türkiye açısından ekonomik değeri yüksek olan ve ağırlıklı olarak dış ticarete değerlendirilen fındık, incir, üzüm, zeytin ve narenciyede üretimin halen küçük aile işletmeleri tarafından yapılıyor olması önemlidir. Ölçek sorununa rağmen küresel etkilere karşı rekabet edebilmeyi başarmış ve dünya ticaretinde söz sahibi olunan bu

ürünlerde üreticilerin örgütlenmiş olmaları etkili olmuştur.

Bu çalışmada, ürünlerin kalite özellikleri dikkate alınmadan bitkisel ürünlerde işgücünün verimliliği ve işletmelerin sürdürülebilirlikleri incelenmiştir. Buna göre, yoğun emek gerektiren ve birim alana işgücü talebi yüksek olan meyve ve sebze üretiminde işgücü verimliliği yüksek bulunmuştur. Ürün fiyatları ve maliyetler arasındaki oranların 2011 yılında en yüksek domates ve kirazda 2’nin üzerinde olduğu, en düşük ise kayısı ve limonda olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de işgücü produktivitesinin en yüksek olduğu ürünler 2012 yılında kiraz, karpuz, elma ve domates olmuştur.

Rekabet edebilirlik bölgesel ve ulusal olarak yüksek ve artan bir yaşam standardı (refah) ve sürdürülebilir düzeyde yüksek bir istihdam oranına ulaşmak olarak tanımlanmaya başlanmıştır. Produktivitedeki artış ise rekabeti artırarak gelir artışı sağlayacağı için özellikle geri kalmış bölgelerde istihdam oranını olumsuz etkilemeden produktiviteyi artıran bir politika geliştirilmesi önemlidir. Bu nedenle, tarım dışı istihdam yaratma imkanının sınırlı olduğu Türkiye’de, tarımda istihdamın azalmasından çok etkinleştirilmesi, daha verimli kullanılmasını sağlayacak önlemlerin öne çıkması önemlidir.

## Kaynaklar

Anonymous, 2015.

[http://ec.europa.eu/agriculture/rica/data\\_base/database\\_de.cfm](http://ec.europa.eu/agriculture/rica/data_base/database_de.cfm), Erişim tarihi: 19.01.2015.

Anonymous, 2014. InternationalenJahr der bäuerlichenFamilienbetriebe 2014. [http://ec.europa.eu/agriculture/consultations/family-farming/contributions/swiss-iyff-committee\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/consultations/family-farming/contributions/swiss-iyff-committee_de.pdf), Erişim tarihi: 19.01.2015

- Anonymous, 2013. Situationsbericht, Erfolgsmodell der bäuerliche Familienbetrieb, [http://www.sbv-usp.ch/fileadmin/sbvuspch/05\\_Publikationen/Situationsberichte/140103\\_SBV\\_Situationsbericht.pdf](http://www.sbv-usp.ch/fileadmin/sbvuspch/05_Publikationen/Situationsberichte/140103_SBV_Situationsbericht.pdf), Erişim tarihi: 19.01.2015.
- Anonymous, 2008. "Bestimmungsfaktoren der realenKonvergenz, Produktivitaet, Wettbewerbsfaehigkeitundwirtschaftliche Entwicklung", [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/official/reports/pdf/p141\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/reports/pdf/p141_de.pdf); Erişim tarihi: 02.11.2008.
- FAO 2014. 2014 International Year of Family Farming, <http://www.fao.org/family-farming-2014/home/what-is-family-farming/en/>, Erişim tarihi: 10.11.2014.
- FAO 2014a. International Year of Family Farming 2014, Master Plan (final version), (30 May 2013); [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/iyff/docs/Final\\_Master\\_Plan\\_IYFF\\_2014\\_30-05.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/iyff/docs/Final_Master_Plan_IYFF_2014_30-05.pdf), Erişim tarihi: 10.11..2014.
- GTHB, 2014. Uluslararası Aile Çiftçiliği Yılı 2014. <http://www.tarim.gov.tr/ABDGM/Link/46/Uluslararası-Aile-Ciftciligi-Yili>, Erişim tarihi: 10.11.2014.
- Keskin, G., 2011. AB'de İhtisaslaşmış Tarım İşletmeleri- Sebze ve Süs Bitkileri-, TEPGE Bakış, Nüsha : 6, Aralık 2011, Ankara.
- Keskin,G.,Dellal, İ., 2010. Agricultural Employment and Labour Force Demand in Turkey, Actual Problems of Economics, No 11(113), s. 277- 285.
- Keskin,G.,Tatlidil, F.F., Dellal, İ., 2010. An Analysis of Tomato Production Cost and Labor Force Produktivity in Turkey, *Bulgarian Journal of Agricultural Science* (BJAS), Volume 16 (No 6), 692-699.
- Keskin, G., Özüdoğru, T., Nazlı, C.,Berkum, S.van 2009. Sectoral Analysis: Dairy, Tomato, Cereal, Poultry (Editors İlkay Dellal and Siemen van Berkum), Turkish Tomato Sector Analysis, TEAE Publication number: 171, pp:59-91.
- KHGM, 2005, "Türkiye'de Üretilen Tarım Ürünlerinin Üretim Girdileri Rehberi", KHGM Yayın No: 104, Ankara.
- Ören, K., Erdem, B., Kaplan, M., 2005. Örgütsel Kültürün İşgücü Verimliliğine Etkisi, Kamuis; C:8, S: 2/2005.
- Özdemir, G., Keskin,G., Özüdoğru, H., 2011. Türkiye'de Ekonomik Krizler ve Tarımsal Kooperatiflerin Önemi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 8(1), 101- 113.
- TEAE, 2001, "Türkiye'de Bazı Bölgeler İçin Önemli Ürünlerde Girdi Kullanımı ve Üretim Maliyetleri", Proje Raporu 2001-14, TEAE Yayın No: 64, Ankara.
- TEPGE, 2012. Bitkisel Ürün Maliyetleri, (Yayınlanmamış).
- TUİK, 2001. 2001 Genel Tarım Sayımı Tarımsal İşletmeler (Hanehalkı) Sonuçları, <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim tarihi: 01.12.2014.
- TUİK 2016. Temel İstatistikler, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), Erişim tarihi: 05.10.2016.



## Kilis Keçilerinin Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçüleri Üzerinde Cinsiyet Etkisinin Belirlenmesi

Adnan ÜNALAN<sup>1\*</sup>, Ayhan CEYHAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, 51240 Merkez, Niğde

<sup>2</sup> Ömer Halisdemir Üniversitesi, Bor Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, 51700 Bor, Niğde

\* Sorumlu Yazar: unalanadnan@gmail.com

### Öz

Bu çalışma, farklı yaşlardaki Kilis keçilerinin canlı ağırlıkları ile diğer bazı vücut özelliklerinin tespit edilmesi ve bu özellikler üzerindeki cinsiyet etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, Kilis merkez ilçedeki iki yetiştiricinin Kilis keçisi sürüsünde bulunan toplam 201 baş keçi (34 baş erkek ve 167 baş dişi) kullanılmıştır. Erkekler için canlı ağırlık, vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs genişliği, sırt yüksekliği, sağrı yüksekliği, göğüs çevresi, göğüs derinliği, kulak uzunluğu ve ön incik çevresi genel ortalamaları sırasıyla 59.68±3.64 kg, 74.07±1.55 cm, 76.24±1.49 cm, 21.57±0.55 cm, 72.29±1.29 cm, 73.22±1.24 cm, 95.50±2.06 cm, 31.99±0.68 cm, 30.79±0.53 ve 10.88±0.26 cm olarak; dişiler için ise 41.43±0.70 kg, 69.75±0.48 cm, 69.06±0.38 cm, 20.81±0.20 cm, 67.45±0.44 cm, 68.80±0.37 cm, 86.85±0.55 cm, 30.21±0.23 cm, 29.92±0.22 cm ve 9.00±0.06 cm olarak bulunmuştur. İncelenen bu özelliklerin cinsiyetlere göre genel ortalamaları karşılaştırıldığında, göğüs genişliği ve kulak uzunluğu dışındaki (P>0.05) diğer özelliklerin genel ortalamaları arasındaki fark önemli (P<0.01) çıkmıştır. Ayrıca, bir yaşındaki keçilerde tüm bu özelliklerin ortalamaları arasındaki fark önemsiz (P>0.05), daha sonraki yaşlardaki keçilerde ise kulak uzunluğu ve göğüs genişliği dışındaki diğer özelliklerin ortalamaları arasındaki farklar ise önemli (P<0.01) bulunmuştur. Tüm bu sonuçlardan, cinsiyet etkisinin Kilis keçilerinin göğüs genişliği ve kulak uzunluğu dışındaki diğer vücut özellikleri ile canlı ağırlıkları üzerinde önemli olduğu; ancak, bu etkinin bir yaşından sonra ortaya çıktığı (3 yaş göğüs derinliği dışında) sonucuna varılmıştır. Ayrıca, canlı ağırlık ile sırt yüksekliği dışında (r=0.10, P>0.05) diğer vücut özellikleri arasındaki ilişkinin de pozitif (r=0.44 ile 0.89 arasında) ve istatistik olarak önemli (P<0.01) olduğu görülmüştür. Bu bulgulardan, keçilerde yapılacak ıslah çalışmalarında dolaylı seleksiyon için canlı ağırlık ile yüksek ilişkili diğer vücut ölçülerinin kullanılabileceği sonucu çıkarılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kilis keçisi, Canlı ağırlık, Vücut ölçüleri, Korelasyonlar

### Determination of Sex Effect on Body Weight and Some Body Measurements of Kilis Goat

#### Abstract

This study was conducted with the aim of investigating body weight and some other body characteristics of Kilis goat in different ages and determining the sex effect on these body characteristics. In the study, a total of 201 goats (34 males and 167 females) in two private Kilis goat herds in central district of Kilis province were used. The overall means of body weight, body length, withers height, chest width, ridge height, rump height, chest girth, chest depth, ear length and fore cannon girth of males were 59.68±3.64 kg, 74.07±1.55 cm, 76.24±1.49 cm, 21.57±0.55 cm, 72.29±1.29 cm, 73.22±1.24 cm, 95.50±2.06 cm, 31.99±0.68 cm, 30.79±0.53 and 10.88±0.26 cm respectively; they were 41.43±0.70 kg, 69.75±0.48 cm, 69.06±0.38 cm, 20.81±0.20 cm, 67.45±0.44 cm, 68.80±0.37 cm, 86.85±0.55 cm, 30.21±0.23 cm, 29.92±0.22 cm and 9.00±0.06 cm respectively for females. When comparing the overall means of these body characteristics according to sex, the overall mean differences of the traits were seen statistically significant (P<0.01), except for chest width and ear length (P>0.05). Besides, it was also found that the mean difference between all of these characteristics in first age group was not significant (P>0.05). But,

except for ear length and chest width, the mean difference between these body characteristics were all statistically significant in later age groups ( $P<0.01$ ). All these results indicated that the sex had important effect on the body weights of Kilis goats, other than the chest width and ear length; however, the effect of sex was important in later ages of goats (except for chest depth of 3 years age group). In addition, it was also determined that the correlations between body weight and other body characteristics except for ridge height ( $r=0.10$ ,  $P>0.05$ ) which were also positive ( $r=0.44$  to  $0.89$ ) and statistically significant ( $P<0.01$ ). From these findings, it can be concluded able to use of the other body measurements highly correlated with body weight for indirect selection in breeding studies on goats.

**Key Words:** Kilis goat, Body weight, Body measurements, Correlations

## Giriş

Türkiye’de evcil hayvan türleri arasında keçinin önemli bir yeri vardır ve ekonomik önemi olan türlerden birisidir. Bunu keçinin ilk evcilleştirilen hayvan türlerinden birisi olmasına, değişik çevre koşullarına kısa sürede uyum göstermesine ve kültürümüzde yüzyıllardır var olmasına bağlayabiliriz. Keçi yetiştiriciliğinin yaygın olduğu bölgeler doğa ve yaşam koşullarının güç, bitkisel üretim olanaklarının son derece sınırlı olduğu yerlerdir. Keçi yetiştiriciliği insan beslenmesine temel besin maddesi olan et ve süt ihtiyacını karşılaması, elde edilen ürünlerin insan sağlığı bakımından üstün özellikler taşıması, ülke ekonomisine istihdam sağlaması, farklı iş kollarına girdi oluşturması, elverişsiz alanlardan yüksek düzeyde faydalanması ayrıca gelişmiş ülkelerde keçi ürünlerine talebin artması gibi nedenlerden dolayı yapılması gereken önemli bir hayvancılık koludur (Ceyhan, 2016).

Ülkemizde 2015 yılı verilerine göre 10.416.166 baş keçi yetiştirilmektedir. Bu keçilerin %44.0’ü (4.578.494 baş) sağılmakta ve 481.174 ton süt üretilmektedir. Sağılan hayvan başına ortalama süt verimi ise 105 kg’dır. Keçilerin %19.2’si (1.999.241 baş) kasaplık olarak değerlendirilmekte ve 33.990 ton et elde edilmektedir. Ülkemizde toplam süt üretimi 18.654.682 ton ve kırmızı et üretimi de 1.149.262 ton’dur. Keçiler,

ülkemizdeki süt üretiminin yaklaşık %2.6’sını ve kırmızı et üretiminin %3.0’ünü karşılamaktadır (TÜİK, 2016).

Türkiye’de keçi yetiştiriciliği, yıllardan beri düşük gelir katmanı çiftçilerin bir bölümünün geçim kaynağı olarak nitelendirilmiştir. Buna karşılık son dönemlerde büyük sermayeler yatırılarak, daha bilinçli üretim yapan işletmeler de kurulmaktadır. Keçi yetiştiriciliğinde yaşanan bu değişim Türkiye keçi popülasyonunun yaklaşık %97-98’ini oluşturan Kıl keçilerin yerine Saanen, Şam keçisi gibi daha verimli ırkların yetiştirilmesini de beraberinde getirmiştir. Zira düşük verimli Kıl keçiler entansif üretime uygun görülmemektedir. Keçi yetiştiriciliğinde yaşanan yapısal değişiklik; genetik yapının iyileştirilmesinin yanında, bakım-besleme başta olmak üzere çevresel şartların iyileştirilmesini de gerektirmektedir (Keskin ve Tüney, 2015).

Türkiye İstatistik Kurumu verilerinde ülkemiz keçi varlığının hemen hemen tamamı Kıl keçisi olarak ifade edilmektedir. Oysa, resmi istatistiklerde yer almamasına rağmen ülkemizde 200 bin civarında Kilis keçisi de bulunmaktadır (Özcan, 1989). Yerli keçi ırklarımızdan birisi olan ve yerli Kıl keçilerle Damaskus keçilerin melezi olan ve uzun yıllar sonunda ülkemizde ayrı bir ırk haline gelen Kilis keçileri, başta Kilis ve Gaziantep olmak üzere Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen keçi ırklarından birisidir (Ünalın, 2007). Aynı zamanda yerli

keçi ırkları içerisinde süt verimi de yüksek olan bir ırktır. Genelde siyah ve kahverengidir, alacalı olanlara da rastlanır. Meme yapısı çok iyi gelişmiş olup, sarkık meme tipindedir. Kötü çevre koşullarına ve hastalıklara dayanıklıdır. Kulaklar çok uzun, geniş ve sarkıktır ortalama 26 cm kadardır. Ergin keçilerde canlı ağırlık 35-45 kg, tekelerde 55-65 kg arasındadır. Kilis keçilerinin laktasyon süt verimi 70.3-269.9 kg'dır. Doğuran 100 keçiden 132.3 oğlak alınabilmektedir (Anonim, 2004).

Vücut ölçülerine ilişkin çalışmaların farklı yıllarda ve işletmelerde yapılması, ırkların tanımlanması için son derece önemlidir. Bu çalışma, ülkemizdeki evcil hayvan genetik kaynaklarımız arasında önemli bir yeri olan Kilis keçilerinde, farklı yaşlardaki keçilerde canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin (vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs çevresi, sırt yüksekliği, sağrı yüksekliği, göğüs derinliği, kulak uzunluğu ve incik çevresi) cinsiyetlere göre karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve bu özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

### Materyal ve Metot

Çalışmanın hayvan materyalini, Kilis merkez Başmağara köyü ve Kalleş mevkiindeki iki yetiştiricinin sürüsündeki 1, 2, 3, 4 ve 5 yaş ve üzeri toplam 34 baş erkek ve 167 baş Kilis keçisi oluşturmuştur. İlde keçi yetiştiriciliğindeki temel uygulamalar (çiftleştirme, bakım, besleme, sağlık koruma, barındırma ve sürü idaresi vb.) bölgenin mevcut şartlarına uygun olarak çoğunlukla geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır.

Araştırmada değerlendirilen erkek ve dişi keçilerin canlı ağırlıkları Haziran ayı içerisinde 100 g hassasiyete sahip kantar ile ölçülmüştür. Keçilerde önemli sayılan morfolojik yapıyı belirlemeye yardımcı olacak

diğer vücut ölçülerinden; vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs genişliği, sırt yüksekliği, sağrı yüksekliği ölçü batonu ile, göğüs çevresi, kulak uzunluğu ve incik çevresi ölçüleri ise şerit metre kullanarak, düz bir alanda keçiler sakinleştirildikten sonra, Özcan (1989)'ın bildirdiği yöntemle göre ölçü bastonu ve şerit metre kullanılarak alınmıştır.

Araştırmadaki verilerin istatistik analizinde, önce farklı yaş ve cinsiyetteki Kilis keçilerinin canlı ağırlık ve diğer incelenen vücut ölçülerine ait tanımlayıcı istatistikler her bir yaş grubu ve genel ortalama değerler şeklinde SPSS Ver. 17.0 paket programı (SPSS, 2004) kullanılarak bulunmuştur. Daha sonra her bir yaş grubu ve genel değerler için cinsiyetin incelenen bu özellikler üzerinde önemli etkiye sahip olup-olmadığının belirlenmesi amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-way Analysis of Variance: ANOVA) kullanılmıştır. Son olarak da incelenen tüm bu özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (SPSS, 2004).

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Farklı yaş ve cinsiyetteki Kilis keçilerinde canlı ağırlık, vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs çevresi, sırt yüksekliği, sağrı yüksekliği, göğüs derinliği, kulak uzunluğu ve incik çevresine ait ortalamalar ( $\pm$  standart hata) Çizelge 1'de verilmiştir.



Çizelge 1. Kilis keçilerinin incelenen vücut özelliklerine ait en küçük kareler ortalamaları ve standart hataları

Table 1. The least square means and standard errors of the body characteristic of Kilis goat

Yaş (Age)	1	2	3	4	5+	Ortalama (Mean)						
Özellik (Characteristic)	n	X±Sx	n	X±Sx	n	X±Sx	n	X±Sx	n	X±Sx	N	X±Sx
<b>Canlı ağırlık, kg (body weight, kg)</b>												
Erkek (Male)	9	29.20±2.22	7	68.70±2.69	10	71.35±3.99	4	71.23±10.56	4	71.78±2.16	34	59.68±3.64
Dişi (Female)	25	28.22±1.24	35	40.47±1.17	59	44.70±0.85	35	44.92±1.44	13	45.14±1.56	167	41.43±0.70
P		ÖD (NS)		**		**		**		**		**
<b>Vücut uzunluğu, cm (body length, cm)</b>												
Erkek (Male)	9	61.22±1.95	7	77.00±0.93	10	78.95±1.65	4	79.25±2.50	4	80.50±0.84	34	74.07±1.55
Dişi (Female)	25	60.78±1.15	35	70.61±0.90	59	71.27±0.61	35	71.69±0.85	13	72.50±0.80	167	69.75±0.48
P		NS		**		**		**		**		**
<b>Cidago yüksekliği, cm (withers height, cm)</b>												
Erkek (Male)	9	64.56±1.74	7	80.23±1.43	10	80.40±1.84	4	80.75±4.01	4	80.50±0.87	34	76.24±1.49
Dişi (Female)	25	62.84±1.00	35	69.74±0.68	59	70.27±0.61	35	70.20±0.58	13	70.62±0.76	167	69.06±0.38
P		ÖD (NS)		**		**		**		**		**
<b>Göğüs genişliği, cm (chest width, cm)</b>												
Erkek (Male)	9	18.06±1.23	7	22.29±0.81	10	22.50±0.47	4	23.75±0.85	4	23.75±0.85	34	21.57±0.55
Dişi (Female)	25	17.42±0.65	35	20.93±0.22	59	21.47±0.25	35	21.67±0.41	13	21.69±0.29	167	20.81±0.20
P		ÖD (NS)		ÖD (NS)		ÖD (NS)		ÖD (NS)		ÖD (NS)		ÖD (NS)
<b>Sırt yüksekliği, cm (ridge height, cm)</b>												
Erkek (Male)	9	62.11±1.50	7	74.43±1.34	10	76.80±1.54	4	76.50±2.78	4	76.00±1.29	34	72.29±1.29
Dişi (Female)	25	59.08±1.58	35	66.80±0.63	59	69.55±0.40	35	69.49±0.58	13	70.23±0.80	167	67.45±0.44
P		ÖD (NS)		**		**		**		**		**
<b>Sağrı yüksekliği, cm (rump height, cm)</b>												
Erkek (Male)	9	63.67±1.52	7	76.50±1.30	10	76.45±1.59	4	76.75±3.12	4	77.38±1.52	34	73.22±1.24
Dişi (Female)	25	62.00±0.92	35	68.27±0.63	59	69.04±0.41	35	69.14±0.57	13	69.69±0.83	167	68.80±0.37
P		ÖD (NS)		**		**		**		**		**
<b>Göğüs çevresi, cm (chest girth, cm)</b>												
Erkek (Male)	9	78.22±2.44	7	98.86±1.79	10	100.80±1.55	4	102.25±1.93	4	108.50±1.94	34	95.50±2.06
Dişi (Female)	25	75.22±1.42	35	86.80±0.75	59	88.56±0.65	35	90.23±0.89	13	91.39±1.37	167	86.85±0.55
P		ÖD (NS)		**		**		**		**		**
<b>Göğüs derinliği, cm (chest depth, cm)</b>												
Erkek (Male)	9	26.83±0.96	7	33.14±0.74	10	33.05±0.75	4	35.00±1.22	4	35.86±0.52	34	31.99±0.68
Dişi (Female)	25	25.32±0.43	35	29.79±0.33	59	31.93±0.21	35	30.93±0.39	13	31.00±0.41	167	30.21±0.23
P		ÖD (NS)		**		ÖD (NS)		**		**		**
<b>Kulak uzunluğu, cm (ear length, cm)</b>												
Erkek (Male)	9	28.78±0.70	7	31.29±1.36	10	31.80±1.03	4	31.75±1.80	4	31.00±1.08	34	30.79±0.53
Dişi (Female)	25	27.72±0.35	35	29.67±0.42	59	30.46±0.38	35	30.83±0.50	13	30.15±0.60	167	29.92±0.22
P		ÖD (NS)		ÖD (NS)		ÖD (NS)		ÖD (NS)		ÖD (NS)		ÖD (NS)
<b>Ön incik çevresi, cm (fore cannon girth, cm)</b>												
Erkek (Male)	9	8.94±0.27	7	11.50±0.42	10	11.55±0.28	4	12.00±0.82	4	11.38±0.52	34	10.88±0.26
Dişi (Female)	25	8.32±0.16	35	8.93±1.15	59	9.25±0.07	35	9.14±0.13	13	9.04±0.07	167	9.00±0.06
P		ÖD (NS)		**		**		**		**		**

\*\*P<0.01, ÖD: Önemli Değil, NS: Non-Significant.

Çizelge 1'den, Kilis keçilerinde canlı ağırlık, vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs genişliği, sırt yüksekliği, sağrı yüksekliği, göğüs çevresi, göğüs derinliği,

kulak uzunluğu ve ön incik çevresi genel ortalamalarının erkekler için sırasıyla 59.68±3.64 kg, 74.07±1.55 cm, 76.24±1.49 cm, 21.57±0.55 cm, 72.29±1.29 cm,

73.22±1.24 cm, 95.50±2.06 cm, 31.99±0.68 cm, 30.79±0.53 ve 10.88±0.26 cm olarak; dişiler için ise sırasıyla 41.43±0.70 kg, 69.75±0.48 cm, 69.06±0.38 cm, 20.81±0.20 cm, 67.45±0.44 cm, 68.80±0.37 cm, 86.85±0.55 cm, 30.21±0.23 cm, 29.92±0.22 cm ve 9.00±0.06 cm olduğu görülmektedir. İncelenen tüm bu özelliklerin cinsiyetlere göre genel ortalamaları karşılaştırıldığında, göğüs genişliği ve kulak uzunluğu dışındaki özelliklerin genel ortalamaları arasındaki farkın önemli (P<0.01) olduğu da görülmektedir. Bu özellikler bakımından erkeklerin dişilerden yaklaşık %44 daha fazla canlı ağırlığa, %6 daha fazla vücut uzunluğuna, %10 daha fazla cidago yüksekliğine, %4 daha fazla göğüs genişliğine, %7 daha fazla sırt yüksekliğine, %6 daha fazla sağrı yüksekliğine, %10 daha fazla göğüs çevresine, %6 daha fazla göğüs derinliğine, %3 daha fazla kulak uzunluğuna ve %21 daha fazla ön incik çevresine sahip olduğu görülmüştür.

Ayrıca, tüm bu özellikler yaş grupları içinde cinsiyetlere göre karşılaştırıldığında, bir yaşındaki keçilerde tüm bu özellikler arasındaki farkın önemli olmadığı (P>0.05), daha sonraki yaşlardaki keçilerde ise kulak uzunluğu ve göğüs genişliği dışındaki diğer özelliklerin ortalamaları arasındaki farkın önemli olduğu (P<0.01) saptanmıştır. Tüm bu sonuçlardan, cinsiyet etkisinin Kilis keçilerinin göğüs genişliği ve kulak uzunluğu dışındaki diğer vücut özellikleri ile canlı ağırlık genel ortalamaları üzerinde istatistik olarak önemli olduğu; ancak, cinsiyet etkisinin bir yaşlı keçilerde tüm bu özellikler üzerinde önemsiz (P>0.05), sonraki yaşlarda ise 3 yaşlı keçilerde göğüs derinliği dışında, cinsiyetin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Kilis keçilerde incelenen tüm bu özellikler arasındaki korelasyonlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. İncelenen özellikler arasındaki fenotipik korelasyonlar

Table 2. Phenotypic correlations between the studied characteristics

Özellikler (Characteristic)	VUCUZN	CIDYUK	GOGGEN	SRTYUK	SAGYUK	GOGCEV	GOGDER	KULUZN	OIC
CANAGR	0.86**	0.89**	0.65**	0.10	0.87**	0.88**	0.83**	0.44**	0.81**
VUCUZN		0.89*	0.76**	0.01	0.86**	0.82**	0.85**	0.44**	0.65**
CIDYUK			0.65**	0.15*	0.93**	0.79**	0.77**	0.41**	0.73**
GOGGEN				-0.05	0.66**	0.75**	0.75**	0.30**	0.45**
SRTYUK					0.11	-0.01	0.03	-0.03	0.21**
SAGYUK						0.81**	0.80**	0.44**	0.69**
GOGCEV							0.86**	0.41**	0.71**
GOGDER								0.41**	0.61**
KULUZN									0.42**

CANAGR: Canlı Ağırlık (Body Wight), VUCUZN : Vücut Uzunluğu (Body Length), CIDYUK: Cidago Yüksekliği (Withers Height), GOGGEN: Göğüs Genişliği (Chest Width), SRTYUK: Sırt Yüksekliği (Ridge Height), SAGYUK: Sağrı Yüksekliği (Rump Height), GOGCEV: Göğüs Çevresi, (Chest Girth), GOGDER: Göğüs Derinliği (Chest Depth), KULUZN: Kulak Uzunluğu (Ear Length), OIC: Ön incik Çevresi (Fore Cannon Girth), \*\*: P<0.01 \*: P<0.05

Çizelge 2'den de görüldüğü üzere, Kilis keçilerinde canlı ağırlık ile diğer vücut özellikleri arasındaki korelasyonların (sırt yüksekliği hariç  $r=0.10$ ,  $P>0.05$ ) pozitif yönde oldukça yüksek (0.44 ile 0.89 arasında) ve önemli ( $P<0.01$ ) olduğu görülmektedir. En yüksek korelasyonların, canlı ağırlık ile cidago yüksekliği ve göğüs çevresi arasında (sırasıyla 0.89 ve 0.88) olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, farklı yaşlardaki (1, 2, 3, 4 ve 5+) Kilis keçilerinde genel ortalama canlı ağırlık erkeklerde  $59.68\pm 3.64$  kg olarak, dişilerde ise  $41.43\pm 0.70$  kg olarak belirlenmiştir. Bu sonuç Keskin ve Tüney (2015), teke katımı öncesi Kilis keçilerinde bildirdiği canlı ağırlıklar (45.3 kg) ile Alızadehasl ve Ünal (2011), Kilis keçileri için saptadıkları (47.1 kg) canlı ağırlık değerlerinden daha düşük bulunmuştur. Bu farklılıklar işletme, yıl, bakım, besleme vb. gibi çevresel faktörlerinden kaynaklanmış olabilir.

Elmaz ve ark., (2012)'nin Honamlı keçileri ve tekeleri için bildirdikleri ergin canlı ağırlık ( $63.5$  kg ve  $77.3$  kg), Gök ve ark., (2015)'in Honamlı keçi ve tekeleri için bildirdikleri canlı ağırlık değerleri ( $66.6$  kg ve  $98.3$  kg) bu çalışma sonuçlarından daha yüksektir. Ancak, Rahman ve ark., (2008), 12 ve 15 aylık yaştaki Black Bengal tekelerde bildirdikleri canlı ağırlık ( $16.56 \pm 0.57$  ve  $21.82 \pm 0.70$  kg) Kilis keçilerinde belirlenen bir yaş canlı ağırlık bulgularından ( $29.20\pm 2.22$  kg) daha düşüktür.

Bu çalışmada Kilis ırkı dışı keçiler için elde edilen vücut uzunluğu  $69.75\pm 0.48$  cm'dir. Alızadehasl ve Ünal (2011), Kilis keçilerinde ( $71.9$  cm), Gök ve ark., (2015) Honamlı keçilerde ( $84,1$  cm) ve Elmaz ve ark., (2012), Honamlı keçileri için bildirdiği vücut uzunluğu ( $88.3$  cm) sonuçları, bu çalışmadan elde edilen değerden daha yüksektir. Ancak, Bingöl ve ark., (2011)'in Norduz keçilerinde

saptadığı vücut uzunluğu ( $67.15\pm 1.08$ ) bu çalışmadan elde edilen değerden daha düşüktür.

Kilis keçilerde Barıtcı ve Eliçin (2002)'in bildirdiği sırt yüksekliği ( $52.80$  cm) bu çalışma bulgusundan ( $67.45\pm 0.44$  cm) daha düşük, ancak Gök ve ark., (2015), Honamlı ırkı dişiler için bildirdiği sağrı yüksekliği ( $82.2$  cm) bu çalışma sonucundan daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmada, Kilis keçilerin sağrı yüksekliği  $68.80\pm 0.37$  cm olarak belirlenmiştir. Bu sonuç Barıtcı ve Eliçin (2002), Kilis keçileri ( $54.32$  cm) için bildirdiği değerden yüksek ancak Alızadehasl ve Ünal (2011), Kilis keçilerinde ( $70.3$  cm) ve Elmaz ve ark., (2012), Honamlı keçilerinde ( $83.3$  cm) bildirdiği değerlerden daha düşüktür.

Barıtcı ve Eliçin (2002), Kilis keçilerde bildirdikleri göğüs çevresi ( $56.82$  cm) değeri bu çalışmada bulunan göğüs çevresi ( $86.85\pm 0.55$  cm) sonuçlarından düşük, ancak Alızadehasl ve Ünal (2011), Kilis keçilerinde ( $85.2$  cm) ve Gök ve ark., (2015), Honamlı keçilerinde ( $100.2$  cm), Elmaz ve ark., (2012), Honamlı keçilerde ( $91.0$  cm), Bingöl ve ark., (2011), Norduz keçilerinde ( $88.87$  cm) saptanan göğüs çevresi ise bu çalışma sonuçlarından daha yüksektir.

Gök ve ark., (2015), Honamlı keçilerde bildirdiği göğüs derinliği ( $35.4$  cm) ve Alızadehasl ve Ünal (2011), Kilis keçilerinde bildirdiği göğüs derinliği ( $31.9$  cm) bu çalışma bulgularından ( $30.21\pm 0.23$  cm) daha yüksek, ancak Bingöl ve ark., (2011), Norduz keçileri için bildirdiği değerler ile benzerlik gösterdiği ( $30.78\pm 0.62$ ) görülmüştür.

Barıtcı ve Eliçin (2002), Kilis keçilerde bildirdiği ön incik çevresi ( $7.18$  cm) bu çalışma sonucundan daha düşük, ancak Alızadehasl ve Ünal (2011), Kilis keçilerinde ( $10.1$  cm) ve Elmaz ve ark., (2012), Honamlı keçilerinde ( $10.2$  cm) bildirdiği sonuçlar bu

çalışmadan elde edilen ön incik çevresi (9.00±0.06 cm) değerinden daha yüksektir.

Bu çalışmada, canlı ağırlık ile vücut uzunluğu (0.86), cidago yüksekliği (0.89), göğüs genişliği (0.65), sağrı yüksekliği (0.87), göğüs çevresi (0.88), göğüs derinliği (0.83), kulak uzunluğu (0.44) ve ön incik çevresi (0.81) arasındaki korelasyon pozitif yönde ve önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. Vücut uzunluğu ile cidago yüksekliği, göğüs genişliği, sağrı yüksekliği, göğüs derinliği, kulak uzunluğu ve ön incik çevresi uzunluğu arasında pozitif ve önemli ( $P<0.01$ ) korelasyon belirlenmiştir. Rahman ve ark., (2008), Black Bengal tekelerde canlı ağırlık ile göğüs çevresi (0.94), vücut uzunluğu (0.95), cidago yüksekliği (0.96) arasında pozitif önemli ve yüksek korelasyon olduğunu bildirmiştir. Çam ve ark., (2010), Kıl keçilerde canlı ağırlık ile sağrı yüksekliği, cidago yüksekliği, vücut uzunluğu, göğüs genişliği, göğüs çevresi, göğüs derinliği gibi ölçüler arasındaki korelasyonları inceldikleri çalışmada canlı ağırlık ile göğüs çevresi arasında (0.847), canlı ağırlık ile göğüs derinliği arasında (0.775), göğüs çevresi ve göğüs derinliği arasında (0.973), göğüs çevresi ile göğüs genişliği arasında (0.667), cidago yüksekliği ile sağrı yüksekliği arasında (0.823) önemli düzeyde pozitif ve yüksek korelasyon olduğunu saptamışlardır.

## Sonuçlar

Kilis keçilerinde cinsiyetin, beklenildiği şekilde; canlı ağırlık, vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, göğüs çevresi, sırt yüksekliği, sağrı yüksekliği, göğüs çevresi ve incik çevresi ölçüleri gibi bir çok vücut özelliği üzerinde önemli etkisinin olduğu; ancak göğüs genişliği ve kulak uzunluğu üzerindeki etkisinin önemli olmadığı görülmüştür. Cinsiyetin bu etkisinin özellikle bir yaşlı keçilerde incelenen tüm bu özellikler

üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaması ve sonraki yaşlarda önemli hale (3 yaş göğüs derinliği dışında) gelmesi de saptanan bir diğer önemli bulgu olarak görülebilir. Ayrıca, Kilis keçilerinde canlı ağırlık ile diğer bazı vücut ölçüleri arasında pozitif ve önemli ilişkinin olduğu da bu çalışmayla tespit edilmiştir. Bu tespit, özellikle canlı ağırlık tartımlarının yapılamadığı yetiştirici şartlarında, daha kolay alınabilecek diğer vücut ölçümlerinin kullanılarak keçi yetiştiricilerinin bu yönde alacakları kararlarda, özellikle de ıslah çalışmalarında isabeti artıracak önemli bilgiler olarak değerlendirilebilir.

## Kaynaklar

- Alızadehasl, M., Ünal, N., 2011. Kilis, Norduz ve Honamlı keçilerinde bazı morfolojik özellikler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 51 (2): 81-92.
- Anonim, 2004. Yerli Hayvan İrk ve Hatlarının Tescili Hakkında Tebliğ Tebliğ No: 2004/39. Ek-28: Kilis Keçisi (Ek:RG-22/04/2006-26147). Resmi Gazete Tarihi: 12.12.2004 Resmi Gazete Sayısı: 25668 (Erişim Tarihi: 04.11.2016).
- Barıtcı, İ., Elçin, A., 2002. Kilis keçisi oğlaklarında doğumda, 3 ve 6 aylık yaşta vücut ölçüleri arasındaki ilişkilerin kanonik korelasyon metodu ile araştırılması. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 137-144.
- Bingöl, M., Gökdal, Ö., Aygün, T., Yılmaz, A., Daşkıran, İ., 2011. Norduz keçilerinde bazı tanımlayıcı verim özellikleri ve vücut ölçüleri. 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 14-16 Eylül 2011.
- Ceyhan, A., 2016. Türkiye’de neden keçi yetiştirmeliyiz? *AGROMEDYA Dergisi*, 25: 100-104.
- Çam, M.A., Olfaz, M., Soydan, E., 2010. Possibilities of using morphometric characteristics as a tool for body weight prediction in Turkish Hair Goats (Kilkeci). *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(1): 52-59.
- Elmaz, Ö., Saatçı, M., Mamak, N., Dağ, B., Aktaş, A.H., Gök, B., 2012. Türkiye’de yeni bir yerli ırk olarak tanımlanan Honamlı keçi ve

- oğlaklarının bazı morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (3): 481-485.
- Gök, B., Aktaş, A.H., Halıcı, İ., Baş, H., 2015. Halk elinde koruma altına alınan Honamlı keçisi ve oğlaklarının canlı ağırlıkları ve bazı vücut ölçüleri. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 31(4): 227-234.
- Keskin, M., Tüney, D., 2015. Kilis keçilerinde vücut kondisyon puanı ve döl verimi arasındaki ilişki. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2): 60-65.
- Özcan, L., 1989. Küçükbaş Hayvan Yetiştirme-1 (Keçi üretimi). Birinci Baskı, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 111, Ziraat Fakültesi Ofset ve Teksir Atölyesi, Adana, Türkiye, 228-231s.
- Rahman, A. H. M. S., Khandoker, M. A. M. Y., Husain, S. S., Apu, A. S., Mondal, A., Notter, D. R., 2008. Morphometric characterization and relationship of body weight with linear body measurements in Black Bengal buck. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 37(2): 8-16.
- SPSS, 2004. SPSS for Windows Ver. 17.0, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA.
- TÜİK, 2016. Hayvansal Üretim. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (Erişim Tarihi: 01.11.2016).
- Ünalın, A., 2007. Gen kaynaklarının halk elinde korunması (Kilis sığırı, Yerli Güney Sarısı ve Kilis keçisi). [https://www.researchgate.net/publication/292078457\\_Gen\\_Kaynaklarinin\\_Halk\\_Elinde\\_Korunmasi\\_Kilis\\_Sigiri\\_Yerli\\_Guney\\_Sarisi\\_Kilis\\_Kecisi](https://www.researchgate.net/publication/292078457_Gen_Kaynaklarinin_Halk_Elinde_Korunmasi_Kilis_Sigiri_Yerli_Guney_Sarisi_Kilis_Kecisi) (Erişim Tarihi: 02.11.2016).



## Bitki Biyoteknolojisi'nde MikroRNA Tabanlı İnterferans Uygulamaları

Fatma AYDINOĞLU<sup>1\*</sup>, Gizem AKTUĞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gebze Teknik Üniversitesi, Temel Bilimler Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,  
Gebze/Kocaeli

\*Sorumlu yazar: faydinoglu@gtu.edu.tr

### Öz

Bitki biyoteknolojisi, modern genetik mühendisliği araçlarını kullanarak bitkilerin istenilen karakterlerinin iyileştirilmesini amaçlar. Son yıllarda, protein kodlamayan küçük RNA'lardan olan mikroRNA (miRNA) genlerinin yer aldığı, doğal gen ifadesini düzenleyici mekanizma olan RNA interferans (RNAi), bitki geliştirilmesinde faydalı bir araç olarak önem kazanmıştır. miRNA'ların, hemen hemen bütün biyolojik ve metabolik işlevde anahtar düzenleyici role sahip oldukları ortaya konulmuştur. Hüresel yolların miRNA tabanlı RNAi ile manipüle edilmesi ile bitki yapısının değiştirilmesi, abiyotik streslere toleransın ve biyotik streslere direncin geliştirilmesi, bitkilerin besin değerlerince zenginleştirilmesi, meyve ve sebzelerde raf ömrünün uzatılması ve sekonder metabolit üretiminin artırılması gibi daha pek çok bitki biyoteknolojisi alanında başarılı örneklerin varlığı, bu teknolojinin gelecek vaat eden bir araç olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, bu derleme, bitki miRNA genleri ve miRNA tabanlı RNAi teknolojisinin bitki iyileştirilmesinde uygulamalarına dair son gelişmeleri sunmayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki biyoteknolojisi, miRNA, RNAi, Bitki iyileştirme

### MicroRNA-Based Interference Applications in Plant Biotechnology

#### Abstract

Plant biotechnology aims to improve desirable characters of plants by using modern genetic engineering tools. Recently, RNA interference (RNAi), which is a natural sequence-specific gene expression regulatory mechanism involving non-coding small RNAs like microRNA (miRNA), has gained importance as a beneficial tool for crop improvement. MiRNAs are identified as the key regulators in almost all biological and metabolic processes. Hereby, manipulating miRNA-based RNAi pathways offer a promising tool in the presence of successful applications on several fields of plant biotechnology, such as altering plant architecture, improving abiotic stress tolerance and biotic stress resistance, enrichment the nutritional value of plants, prolonging shelf life of fruits and vegetables, enhancing secondary metabolite production. This review aims to provide the latest updates on plant miRNAs and applications of miRNA-based RNAi technology for crop improvement.

**Key Words:** Plant biotechnology, miRNA, RNAi, Plant improvement

#### Giriş

MikroRNA'lar (miRNA), protein kodlamayan yaklaşık 22 nükleotid uzunluğundaki endojen küçük RNA molekülleridir ve hedef mRNA'lara kısmen kusursuz baz eşleşmesiyle bağlanıp mRNA

degradasyonu veya translasyon inhibisyonu yoluyla gen ifadesini negatif olarak düzenlerler (Jones-Rhoades, 2012). İlk miRNA, Lee ve arkadaşları (1993) tarafından, *Caenorhabditis elegans*'in gelişiminde rol alan ve lin-4 olarak adlandırılan 22 nükleotid uzunluğundaki bir küçük RNA'nın, LIN-14

proteininin ifadesini *lin-14* mRNA'sına kısmi baz eşleşmesi yaparak negatif olarak düzenlediğini gözlemledikleri çalışma ile keşfedilmiştir. Ancak, 2000'li yılların başında miRNA'ların diğer organizmalarda da keşfedilmesiyle, miRNA tabanlı transkripsiyonel düzenleme mekanizmasının gelişimsel süreçte genel ve önemli role sahip olduğu anlaşılmış ve son yıllarda bilim adamlarının, endüstrinin ve özel sektörün ilgi odağı haline gelmiştir. Günümüzde, gelişmiş biyoinformatik araçlar ve yeni nesil dizileme teknolojileri sayesinde yeni keşfedilen miRNA'ların sayısı önemli ölçüde artmıştır. En son çıkan miRNA veri bankasına (miRBase 21, June 2014) göre 223 türe ait 35828 olgun (mature) miRNA (ma-miRNA) bulunmaktadır (Kozomara ve Griffiths-Jones, 2014). Yine, aynı veri bankasında, 75 bitki türüne ait 8496 ma-miRNA yer almaktadır. Keşiflerinden bu yana yapılan pek çok araştırmada, miRNA'ların gelişimsel süreçlerin yanında, büyüme, abiyotik ve biyotik stres toleransı, biyokütle artışı gibi pek çok metabolik olayda rol oynadıkları gösterilmiştir (Sun, 2012).

MikroRNA'ların RNA interferans yolu ile spesifik dizi tabanlı gen susturma özelliği bitki biyoteknolojisi için alternatif bir yaklaşım sunmaktadır. Bu teknoloji, yüksek oranda faydalanabileceğimiz şekilde bitkilerin inşasına olanak vermektedir. Bu derlemede, kısaca miRNA'ların biyogenezi, evrimi ve işlevlerinden bahsedilip, miRNA tabanlı RNA interferansın (RNAi) bitki biyoteknolojisinde uygulamalarına dair örnekler sunulacak ve gelecekteki rolü tartışılacaktır.

#### *miRNA'ların Biyogenezi, Evrimi ve İşlevleri*

miRNA genleri, genomun intergenik bölgelerinde yer alırlar. Çoğu miRNA, kendi promotöründen RNA polimeraz II (Pol II) tarafından tek zincirli öncül yapı olarak

transkripsiyona uğrar ve 5' 7-metilguanosa şapka ve 3' poliadenilat kuyruk takılarak kararlı hale getirilir. Bu primer miRNA (pri-miRNA), stem-loop yapısında katlanır ve oluşan hairpin benzeri ikincil yapı endonükleazlar tarafından kesilir (Rogers ve Chen, 2013). Hayvanlarda bu işlem, RNase III tipi bir enzim olan Drosha ile hairpin yapısının stem bölgesinden kesilmesiyle gerçekleşir. Oluşan öncül (precursor) miRNA (pre-miRNA) nükleustan sitoplazmaya Exportin 5 proteini tarafından taşınır. Bitkilerde ise, diğer bir RNase III olan DICER-like endonükleaz, çift zincirli hairpin RNA'yı kademeli olarak keserek önce pre-miRNA ve ardından 5' fosfat ve 3' 2 nt asılı kalacak şekilde miRNA:miRNA\* dupleksinin oluşumunu sağlar. Bu dupleksin 3' ucundaki nükleotidler HEN1 tarafından metillenerek HASTY proteini yardımıyla sitoplazmaya taşınır. Burada dupleks açılarak olgun miRNA (ma-miRNA) RNA indüklenmiş gen susturma kompleksinin (RISC (RNA-induced silencing complex)) katalitik alt ünitesi olan AGO (Argonaute) proteinine katılarak hedef geni susturmak üzere hedef diziyeye yönlendirilerek öncü görevi görürken, miRNA\* dizisinin hızlı bir şekilde degrade edildiği düşünülmektedir. Diğer taraftan, miRNA\* dizisinin degrade edilmeyerek miRNA dizisi ile aynı şekilde fonksiyonel olarak aktif olduğuna dair kanıtlar da bulunmaktadır (Yang ve ark., 2011). Olgun miRNA'lar, hedef gene baz eşleşmesiyle bağlanarak mRNA degradasyonu veya translasyon inhibisyonu yoluyla transkripsiyon sonrası gen susturulmasında (PTGS) rol oynayarak gen ifadesini düzenlerler. Yapılan bazı çalışmalarda, gen susturulmasının yalnızca PTGS yoluyla değil aynı zamanda ilgili gen bölgelerinde DNA metilasyonu ile transkripsiyonel gen susturulmasında da (TGS) rol oynadıkları gösterilmiştir (Rogers ve

Chen, 2013). Genel olarak, çift zincirli RNA'ların (dsRNAs) 21-23 nukleotidlik küçük RNA'lara ayrılması ve bu küçük RNA'ların hedef mRNA'ya bağlanarak mRNA degradasyonuna yol açtığı bu yüksek yapılı organizmalarda bulunan doğal mekanizma RNA interferans (RNAi) olarak adlandırılır.

Bitki miRNA'ları hayvanlarınkinin aksine, hedefledikleri dizilerle neredeyse birebir eşleşmesi gösterir ve tamamen hedefe özgündürler. Bu durum, bitki miRNA hedeflerini biyoinformatiksel olarak tanımlamaya olanak sağlar (Jones-Rhoades, 2012). Bitkilerde bazı miRNA ailelerinin ve hedef genlerinin türler arasında korunmuş olduğu deneysel ve hesaplamalı yöntemler sonucunda açığa çıkarılmıştır (Chavez Montes ve ark., 2014). Bu bağlamda yapılan araştırmada, 34 farklı bitki türünde, miRNA okuma sayısı sıklığı (reads per million (RPM)) arasındaki korelasyonu incelemiş ve RPM değeri yüksek miRNA'ların türlerin çoğunda korunduğunu, düşük RPM değerine sahip miRNA'ların ise türe özgü ve birbirlerinin substitüsyon varyantları olduklarını gözlenmiştir. Fakat birçok miRNA yakın türler arasında korunmuş veya tamamen türe özgüdür. *Arabidopsis thaliana* ve *Arabidopsis lyrata* ile yapılan bir çalışma sonucunda birbirlerine yakın akraba türlerde bile miRNA'ların, beklenenin aksine, yüksek seviyede örtüşmedikleri görülmüştür (Fahlgren ve ark., 2010). Bu nedenle, genomda birçok miRNA lokuslarının yakın dönemde oluştuğu ve bitki genomundaki bu lokusların dinamik bir şekilde evrimleşiyor olabileceği görüşü ortaya atılmıştır.

Yapılan çalışmalar, miRNA'ların yalnızca mRNA'ları değil aynı zamanda endojen olan uzun kodlamayan genler arası RNA'ları (Long intergenic noncoding RNAs (lincRNA)) da hedeflediklerini göstermektedir (Jalali ve ark., 2013). Uzun kodlamayan RNA'lar

(lincRNA) yaklaşık 200 nukleotid uzunlukta kodlama dizisi (coding sequence (CDS)) ya da açık okuma çerçevesi (open reading frame (ORF)) içermeyen, gen ekspresyonlarını transkripsiyonel veya post-transkripsiyonel olarak düzenleyen transkriptlerdendir. lincRNA'ların, miRNA hedef genleri olan mRNA dizilerini içermeleri, lincRNA ve mRNA arasında bir rekabet oluşturarak mRNA degradasyonunu engellediği ve bu mekanizmanın miRNA'lar için bir çeşit tuzak oldukları hipotezini doğrumuştur (Fan ve ark., 2015).

Pek çok biyolojik sürecin düzenlenmesinde anahtar rol oynaması, miRNA'ların sentezinin ve degradasyonunun, yani homeostasisin sıkı bir şekilde kontrol edildiği mekanizmaların var olabileceği fikrini akla getirmiştir. Bu düşünceye yönelik yapılan az sayıdaki çalışmalarda, mekanizmaları tam olarak aydınlatılamamış olsa da birkaç miRNA degrade edici 3'-5' ve 5'-3' ekzoribonükleazlar (miRNases) tanımlanmış, *Arabidopsis thaliana* ve *Chlamydomonas reinhardtii* gibi model organizmalarda bazı örnekleri gösterilmiş, ancak herhangi bir endoribonükleaza henüz rastlanılmamıştır (Rogers ve Chen, 2013).

#### *Bitkilerde miRNA Tabanlı RNAi Uygulamaları Bitki yapısının değiştirilmesi*

Bitki boyu, gövde uzaması, yaprak ve çiçeklenme morfolojisi gibi bitkilerin yapısal özellikleri, fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri, çevresel streslere dayanıklılık ve ürün verimi gibi tarımsal özellikleri doğrudan etkilediğinden yüzyıllardır ilgi odağı olmuştur. Son yıllarda, bitki yapısının değiştirilmesinde miRNA tabanlı RNAi mekanizmasından yararlanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, bitki yapısını düzenleyen pek çok miRNA geni karakterize edilmiştir. Bu miRNA'ların, hücre



farklılaşması, gelişimsel transisyon, hormon sinyali, yaprak, gövde ve kök büyümesi, organ polaritesi ve organların sınırlarının belirlenmesi gibi büyüme ve gelişmeyle alakalı çok çeşitli süreçlerde rol oynadıkları (Sun, 2012) ve gelişimde kilit rol oynayan diğer trans-acting siRNA (tasi-RNA) ve phased-siRNA (phasi-RNA)'lerin üretilmelerinde de görev aldıkları gösterilmiştir (Allen ve ark., 2005).

Bitki yapısını etkileyen en önemli işlevlerden biri de gövdenin olgunlaşarak vejetatif fazdan çiçekle ilgili yapıların üretildiği reprodüktif faza geçiştir. Bu faz değişimi sırasında, miR156, miR157 ve miR172 genlerinin gövde ve çiçek gelişiminden sorumlu Squamosa Promoter Binding Protein-Like (SBPs/SPLs) adlı transkripsiyon faktörlerinin ifadesini düzenlediği ortaya konulmuştur (Poethig, 2013). Yine, miR172'nin, mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin yaprağında genç evrenin sürdürülmesini sağlayan APETALA2 benzeri gen glossy15 (gl15)'i hedef alarak yetişkin evreye geçişi uyardığı saptanmıştır (Lauter ve ark., 2005). Pirinç (*Oryza sativa*) bitkisinde ise, Jiao ve arkadaşları (2010), OsSPL14 geninde meydana getirilen bir nokta mutasyonu ile OsmiR156- OsSPL14 regülasyonunu sekteye uğratarak, bitkinin kardeş sayısında azalış ve konaklama direncinde artışla birlikte ürün miktarında artış sağlamışlardır.

Yaprak ve kök sisteminin büyüklüğü, ışık ve besin alımını sınırlayarak bitki yapısını doğrudan etkiler. Son yıllarda, miRNA'ların yaprak ve kök gelişimi sırasında da rol aldıkları gösterilmeye başlanmıştır. Örneğin, miR390'ın mısır bitkisinde TAS3 ta-siRNA biyogenezini tetikleyerek yaprak polaritesinde görev aldığı gösterilmiştir (Nogueira ve ark., 2009). Yine aynı çalışmada, TAS3 ta-siRNA'nın yaprağın

adaksiyal belirteçlerini kısıtlayarak abaksiyal bölgesinin sınırlarını belirleyen miR166'yı düzenleyici etkisi olduğu belirtilmiştir. Diğer bir çalışmada ile, erken ve geç yaprak senesens özelliği olan farklı iki mısır çeşidinde karşılaştırmalı RNA dizileme analizi sonucu 16 miRNA'nın ifadesinde farklılıklar saptanmış ve degradom dizileme sonucunda bu 16 miRNA'nın yaprak senesensini düzenleyen transkripsiyon faktörlerini hedefledikleri ortaya konulmuştur (Wu ve ark., 2016). Kök gelişimi sırasında ise, miR167'nin, *Arabidopsis thaliana*'da oksin yanıt faktörünü (ARF) hedefleyerek bitkide olağan dışı bölgelerden kök oluşumunu düzenlediği (Gutierrez ve ark., 2009) ve miR164'ün NAC1 transkripsiyon faktörünü hedefleyerek yanal kök oluşumunu inhibe ettiği gösterilmiştir (Guo ve ark., 2005).

#### *Abiyotik streslere toleranslı bitkilerin geliştirilmesi*

Kuraklık, tuzluluk, sel, değişen sıcaklıklar ve besin eksikliği gibi abiyotik stresler, bitki büyümesini sınırlandırarak ürün verimini olumsuz yönde etkiler. Yapılan çalışmalar, bitkilerin uygun olmayan çevresel koşullar altında stres tolerans mekanizması geliştirerek hayatta kalabildiklerini göstermiştir. Ancak, stres toleransı pek çok genin iştirakiyle sağlandığından günümüzde abiyotik streslere dayanıklı bitki geliştirme çalışmaları yeterince başarı sağlayamamıştır (Shriram ve ark., 2016). Son yıllarda, miRNA genlerinin bitkinin stres toleransı geliştirme ve adaptasyon mekanizmaları sırasında düzenleyici rol oynadıklarına dair deliller hızla birikmeye başlamıştır (Shriram ve ark., 2016). Bu gelişmeler, miRNA genlerinin pek çok genin ifadesini düzenlemede rol alan transkripsiyon faktörlerini hedef aldıklarından, ilerleyen yıllarda miRNA tabanlı RNAi teknolojisi ile abiyotik streslere

dayanıklı bitkilerin eldesi için umut vaat etmektedir. Bu doğrultuda, miR169'un, nuclear factor Y A5 (NFYA5) transkripsiyon faktörünün ifadesini düzenleyerek bitki gelişiminde ve stres yanıtında önemli rol oynadığı saptanmıştır. Örneğin, mısır bitkisinde zma-miR169 ifadesinin, kuraklık (ABA ve PEG uygulaması ile) sırasında azalan, tuzluluk (NaCl uygulaması) sırasında önce artan sonra azalan bir profil sergilediği gözlenmiştir (Luan ve ark., 2015). Pirinç bitkisinde ise, miR319'un, TEOSINTE BRANCHED/CYCLOIDEA/PCF (TCP) transkripsiyon faktörünü hedef alarak üşüme toleransında rol oynadığı gösterilmiştir (Yang ve ark., 2013).

Kuraklığın aksine fazla sulama da toprak boşluklarının suyla dolması nedeniyle köklerin oksijen alımını sınırlayarak bitkinin büyümesini olumsuz etkiler. Bu konuda, Zhai ve arkadaşlarının (2013) mısır bitkisinde yaptıkları araştırmada, miR167, miR393 ve miR172 genlerinin su stresi koşullarında taç köklerin gelişimini düzenlediği ortaya konulmuştur.

Domates bitkisinde yapılan bir çalışmada, stres yanıtını aktive eden bir sinyal molekülü olan abisisik asit (ABA) muamelesi sonucu, abiyotik stres adaptasyonu ve hastalık direnci sağlayan genleri hedef alan miRNA'ların ifadelerinin azaldığı saptanmıştır (Cheng ve ark., 2016). Bu sonuçlar, dışarıdan ABA muamelesi ile miRNA aracılıklı stres cevabının düzenlenebileceğini göstermektedir.

Besin eksikliği bir diğer önemli bitki büyüme sınırlayıcısıdır. Makro besin elementi olan fosfor, bitkilerde büyüme ve gelişmede rol alan biyokimyasal reaksiyonlar için elzemdir. Düşük fosfor konsantrasyonunda yetiştirilen mısır filizlerinin kök ve yapraklarında yapılan bir çalışmada, derinleme dizileme tekniği kullanılarak 8'i

yaprak, 7'si köke özgü olmak üzere 28 miRNA tanımlanmış ve bu miRNA'ların hedef genlerin çoğunlukla gelişiminde etkili olan transkripsiyon faktörleri olduğu belirtilmiştir (Nie ve ark., 2016). Buna ilaveten, miRNA'ların nitrat eksikliğine bağlı olarak ifade oldukları da gösterilmiştir (Xu ve ark., 2011).

#### *Biyotik streslere dirençli bitkiler geliştirilmesi*

Böcekler, nematodlar, parazitik otlar, bakteriyel, fungal ve viral hastalıklar gibi biyotik etkenler bitkilerde strese yol açarak ürün verimini etkilemektedirler. Özellikle virüsler, en çok ürün kaybına sebep olan biyotik etkenlerdir. Günümüzde, hastalık direnci bitkilere biyoteknolojik yöntemlerle başarılı bir şekilde aktarılabilmektedir. Örneğin, RNAi teknolojisi kullanılarak bitki virüs etkileşimine dahil olan virütik yardımcı bileşen proteinazın (HCpro) sense ve antisense transkriptleri kullanılarak patetes Y virüsüne karşı dirençli bitkiler elde edilmiştir (Waterhouse ve ark., 1998). Yine, farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalarda, her bir biyotik stres koşuluna yanıt olarak ifade olan farklı miRNA'lar keşfedilmeye başlanmıştır. Pirinçte yapılan bir çalışmada ise, RRSV (*rice ragged stunt virus*) enfeksiyonu sırasında miR319'un biriktiği ve bu miRNA geninin hedefi olan TCP (*TEOSINTE BRANCHED/CYCLOIDEA/PCF*) transkripsiyon faktörünün baskılanması ile konak bitkinin hastalık fenotipi sergilediği gözlenmiştir. Sonuç olarak, miR319 birikiminin jasmonik asit (JA) seviyesinde azalmaya sebep olarak JA aracılı savunma mekanizmasını engellediği, enfeksiyonu kolaylaştırdığı saptanmıştır (Zhang ve ark., 2016). Örnekte görüldüğü gibi, miR319 geninin RNAi ile susturulmasıyla hastalık direncine sahip bitkiler elde etmek mümkün olabilir.

Mısır bitkisinde ürün kaybına yol açan mısır cücelik hastalığı (Maize rough dwarf disease), RBSDV (Rice black-streaked dwarf virus) virüsünün sebep olduğu bir hastalıktır. Bu virüse yanıt olarak düzenlenen miRNA yolaklarını açığa çıkarma amaçlı yapılan bir çalışmada, 17 miRNA ailesine ait 28 korunmuş miRNA, 3 korunmamış ve 14 yeni miRNA'nın ifadelerinde virüse yanıt olarak değişimler saptanmıştır ve hedef genleri belirlenerek enfeksiyon cevabını oluşturan yolak aydınlatılmaya çalışılmıştır (Zhou ve ark., 2016). Sonuç olarak, miR169i-p5 ve miR8155'in, nucleolini ve NAD(P)-binding Rossmann-fold superfamily proteini negatif olarak düzenleyerek hastalık cevabında rol aldıkları tespit edilmiştir. Mısır bitkisinde hasat kaybına neden olan bir başka hastalık da *Exserohilum turcicum* (Pass.) mantarının sebep olduğu Kuzey Yaprak Yanıklığı hastalığıdır. *E. turcicum* ile aşıl原因an bitkilerde, bitki miRNA mikroarray tekniği ile, miR811, miR829, miR845 ve miR408 olmak üzere dört miRNA'nın ifadesinde enfeksiyona bağlı farklılık saptanmıştır (Wu ve ark., 2014). Bu miRNA genlerinin tahmini hedeflerinin ise metabolik, morfolojik ve fizyolojik adaptasyonunu düzenlediği belirtilmiştir.

#### *Bitkilerden alerjenlerin çıkartılması*

Fıstık, elma gibi bazı yiyecekler tüketildiklerinde sahip oldukları alerjenler sebebiyle insanda alerjiye sebep olmaktadır. Yiyecek alerjisi, normal şartlarda zararsız olan bileşenlere karşı immunoglobulin E (IgE) mekanizması aracılığı ile aşırı duyarlılık gösterilmesi ile hayati tehlike yaratabilmektedir. Alerjik reaksiyonların tamamen iyileştirilerek kişinin yiyeceğe karşı gösterdiği duyarlılığı kökten ortadan kaldıracak bir tedavinin bulunmaması, yiyeceklerden alerjenlerin RNAi teknolojisiyle

çıkarılması fikrini doğurmuştur. Bu amaç için, alerjeni üreten gene özgü miRNA'ların yüksek miktarda ifade ettirilmesi ya da yapay miRNA'ların (amiRNA) bitkiye aktarılması sonucu RNAi mekanizması tetiklenerek genin susturulması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda, domateste Lyc e 1.01 ve Lyc e 1.02 genlerinin ürünü olan profilin (Le ve ark, 2006), soya fasülyesinde bulunan Gly m Bd 30 K (Herman ve ark., 2003) ve elmadaki Mal d 1 (Gilissen ve ark., 2005) alerjenlerinin RNAi tekniği ile büyük oranda çıkartılması mümkün olmuştur.

#### *Erkek-kısır bitkilerin geliştirilmesi*

##### *Anter sterilitesi veya sitoplazmik sterilitte*

Sitoplazmik erkek kısırlığı (CMS), bitkilerin canlı polen üretememesi durumudur ve maternal olarak kalıtıldığı düşünölmektedir. CMS, ürün verimini olumsuz etkilemesine rağmen, melezleme ve transgenik bitki polenlerinin yabancı bitkiler ile tozlaşmasını önleme gibi çalışmalarda faydalı bir metod olarak kullanılmaktadır. CMS mekanizmasının aydınlatılması, yüksek ürün verimi elde edebilmek için önemlidir. Bununla ilgili olarak, miRNA'ların polen ve anter gelişimini de kapsayan birçok gelişimsel süreci düzenlediği bilgisinden yola çıkılarak yapılan bir çalışmada sekiz miRNA ailesiyle çalışılmış ve CMS anterlerdeki miRNA'ların ifadelerinde, verimli anterlere göre farklılık saptanmıştır. Bu miRNA'lara ait, hücre yapısı, stres yanıtı, gen ifadesini düzenleyen transkripsiyon faktörleri ve metabolik ve sinyal yolları ile alakalı 18 geni hedef aldıkları belirlenmiş ve bu genlerin mikrospor gelişiminde önemli olduğu belirtilmiştir (Shen ve ark., 2011). Diğer bir çalışmada ise, mısır püskülünde miRNA biyogenezi için gerekli olan enzimi kodlayan *dicer-like 1* geni, mutasyona uğratıldığında miRNA miktarındaki azalmaya bağlı olarak stamen

gelişiminde ve anterlerde nişasta birikiminde bozukluklar ve erkek kısırılığı gözlenmiştir (Field ve Thompson, 2016). Tütün (*N. tabacum* cv. Samsun) bitkisinde de, yapılan bir çalışmada, mikrospor gelişimi esnasında ifade olan antere özgü TA29 geninin, RNAi teknolojisi kullanılarak ifadesi azaltılmıştır ve erkek kısır hatlar elde edilmiştir (Nawaz-ul-Rehman ve ark., 2007).

#### *Sekonder metabolit mühendisliği*

Bitki sekonder metabolitleri, ilaçların, kokuların, renk verici maddelerin, yiyecek katkı maddelerinin ve pestisitlerin kaynaklarıdır. Sekonder metabolit sentezi, çeşitli ara bileşiğin katıldığı birçok aşamada gerçekleşir. Bu aşamalarda görevli genlerin RNAi ile kontrol edilmesi ile istenilen miktarda metabolit elde edilebilmektedir. Bu amaç doğrultusunda, *Papaver somniferum* bitkisinde, morfinin biyosentetik enzimi olan salutaridinol 7-O-asetiltransferazı (SalAT) kodlayan genin transkript seviyesinin azaltıldığında, transgenik bitkilerde ara ürünler olan salutaridin ve salutaridinol biriktiği gözlenmiştir (Kempe ve ark., 2009). Yine, *Panax ginseng* bitkisinde dammarenediol sentaz (DDS) geninin ifadesinin baskılanması sonucu, transgenik bitkilerin köklerinde ginsenosit birikimi (%85.4) gözlenmiş ve ginsenosit biyosentezinde DDS'nin önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Han ve ark., 2006). Diğer bir çalışmada ise, *Artemisia annua*'dan sıtmaya karşı düşük miktarlarda izole edilebilen artemisinin ilacının, RNAi ile daha fazla miktarlarda elde edilmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak, *Agrobacterium tumefaciens* aracılı transformasyon ile elde edilen transgenik bitkilerde artemisinin biyosentezi ile yarışmalı yolak olan sterol yolağının önemli enzimi olan skualen sentazın (SQS)

ifadesi baskılandığında artemisinin miktarı artırılabilmiştir (Zhang ve ark., 2009).

#### *Çiçek rengi ve kokusunun modülasyonu*

Çiçek rengi ve kokusu, çiçekçilikte ekonomik ve estetik değerinden dolayı oldukça önemli özelliklerdir ve geleneksel ıslah ve bitki biyoteknolojisinin yoğun ilgi alanıdır. Çiçek rengi, flavonoid pigmentleri ve antosiyanin sentezi ile meydana gelir. Polen taşıyıcıları çekmek için üretilen flavonoidler aynı zamanda bitkiyi ve üreme organlarını olası UV zararlarından, zararlı böceklerden ve patojenlerden korur (Gronquist ve ark., 2001). Antosiyanin biyosentezinde rol alan bazı yapısal genlerin RNAi ile baskılanarak antosiyanin birikiminin engellenmesi sonucu transgenik bitkilerde bitki renginin değiştiği çalışmalar yapılmıştır. *Torenia hybrida* bitkisinde yapılan bir çalışmada, antosiyanin ve flavonoid biyosentezinde önemli bir enzim olan kalkon sentaz (CHS), mRNA'sının 3'UTR bölgesi RNAi ile hedeflenip baskılanarak normal renginden daha açık renkte bitkiler elde edilmiştir (Fukusaki ve ark., 2004). Tütünde yapılan bir diğer çalışmada, flavonoid biyosentezine katılan kalkon izomeraz (CHI) enzimi RNAi ile baskılanarak petalde flavonoid bileşeninin değişimiyle bitki pigmentasyonu azaltılmıştır (Nishihara ve ark., 2005).

#### *Besin içeriğinin değiştirilmesi*

Bitkiler ihtiyaç duyduğumuz besinlerin çoğunu karşılarlar. Fakat, temel gıda ürünleri, çoğu besin ögesi yönünden fakir olması nedeniyle beslenme bozukluklarına sebep olabilmektedirler. Bu sebeple, yiyeceklerin besin içeriğinin artırılmasında RNAi teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Patateste yapılan bir çalışmada, RNAi teknolojisi kullanılarak  $\beta$ -karoteni zeaksantine dönüştüren  $\beta$ -karoten hidroksilaz (BCH) gen

transkriptinin susturulmasıyla  $\beta$ -karoten içeriği arttırılmıştır (Van Eck ve ark., 2007). Aynı şekilde, *Brassica napus* bitkisinin besin değerini geliştirmek için, yüksek miktarda erukik asit (%40) ve düşük miktarda oleik asit (%20) içeren kültür bitkilerinde, RNAi aracılığıyla, fatty acid elongase1 (BnFAE1) geninin ifadesi baskılandığında, erukik asit içeriği azalmış (%3) ve oleik asitin içeriği artmıştır (>%60). Transgenik ve transgenik olmayan bitkilerin karşılıklı çaprazlanmasıyla elde edilen F<sub>1</sub> tohumlarında da erurik asitte azalma (<%4) ve oleik asitte artma (%52) saptanmıştır (Shi ve ark., 2015).

#### *Meyvelerin raf ömrünün uzatılması*

Meyveler, ek besin maddelerinin kaynağı olmaları sebebiyle önemlidirler. Meyvenin, besin değeri, tadı ve raf ömrü gibi özellikleri kaliteyi belirleyici unsurlardır. Bu sebeple meyve olgunlaşmasındaki metabolik sürecin aydınlatılması ile meyve raf ömrünün artırılarak ürün kaybının azaltılması, ticari sebeplerden dolayı oldukça ilgi çekmektedir. Dünyada en çok tüketilen meyvelerin başında gelen domateste, olgunlaşmayı geciktirmek için yapılan bir çalışmada, olgunlaşmada role sahip bir bitki büyüme düzenleyicisi olan etilenin oksidasyonunu katalizleyen 1-Aminosiklopropan-1-carboksilat (ACC) oksidaz geni RNAi ile baskılanmıştır. Domates ACC oksidazın çift zincirli RNA'sının (dsRNA), karnabahar mozaik virüs (CMV) 35S promotoru kullanılarak *A. tumefaciens* aracılığıyla Hezuo 906 adlı domates çeşidine başarılı bir şekilde transforme edilmesi sonucu çok az miktarda etilen üreten, 120 günden fazla raf ömrüne sahip transgenik domates elde edilmiştir (Xiong ve ark., 2005). Muzda (*Musa acuminata*) ise, iki E sınıfı (SEPALLATA3 [SEP3]) MADS box genleri olan ve domatesteki RIN-MADS olgunlaşma

genlerine homolog olan MaMADS1 ve MaMADS2 genlerinin işlevsel olarak karakterize edildiği bir çalışmada, bu iki genin RNAi ile susturulduğu transgenik muzlarda olgunlaşma geciktirilmiştir ve muz olgunlaşma sürecinin, domatesin aksine, en az iki SEPALLATA MADS box gen üyesine gereksinim duyduğu belirtilmiştir (Elitzur ve ark., 2016).

#### *Toksik bileşiklerin uzaklaştırılması*

Bitkilerin çok çeşitli toksinleri çevreden alarak bünyelerinde barındırabildikleri veya ilgili genlerin katılımıyla toksik olmayan bileşenlere dönüştürerek fitoremediasyon işlemini gerçekleştirdikleri bilinmektedir. Toksinler, istenen ürünlerin saflaştırılmasını engellerler ve bu istenmeyen bileşenlerin bitkiden uzaklaştırılması oldukça pahalıya mal olmaktadır. Bu sebeple RNAi kullanılarak toksinden arınmış transgenik bitki eldesi oldukça avantajlı olabilir. Bu doğrultuda, önemli bir endüstri bitkisi olan pamuk tohumunda ve yağında bulunan terpenoid gossipol toksini, RNAi ile gossipol biyosentez yolağındaki kadinen sentaz geni, tohuma özgü promotor kullanılarak yalnızca tohumda baskılanmış, böceklere karşı savunmayı etkilememek için yapraklar normal seviyede terpenoid üretmeye devam ettirilmiştir (Sunilkumar ve ark., 2006). Pirinç tohumunda yapılan bir çalışmada da, kadmiyum (Cd) birikimini azaltmak için, ağır metal birikiminde ve direncinde önemli rolü olan fitokelatin sentaz geni (OsPCS1), RNAi ile baskılanmıştır. Bunun için, PCS gen parçasının hairpin yapısı, mısır tohumuna özgü promotor olan ZMM1'in kontrolündeki pRNAi-OsPCS1 içinde dizayn edilmiş ve *A. tumefaciens* aracılığıyla pirine aktarılmıştır (Li ve ark., 2007).

Bağırsaklardaki villus yapıların bozulmasına neden olarak besinin emilimini

engelleyen tedavisiz bir sindirim sistemi hastalığı olan çölyak hastalığı, buğday, arpa, yulaf ve çavdarda bulunan gluten proteinleri tarafından tetiklenmektedir. Buğday hatlarında yapılan bir çalışmada, glutenin bileşeni olan gliadin proteinlerinin ifadesi RNAi ile baskılanarak toksik olmayan tahıl elde edilmiştir (Gil-Humanes ve ark., 2014).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, bitkilerin ağır metal toleransında miRNA genlerin rolünü göstermiştir. Örneğin, pirinçte, Cd stresine bağlı olarak, miR390'nun ifadesinin azaldığı, hedef geni olan OsSRK geninin ifadesinin ise arttığı gözlenmiştir (Ding ve ark., 2016). miR390'nun ekspresyonunun arttırıldığı transgenik pirinçte ise aksi bir şekilde OsSRK ifadesinin azaldığı, Cd toleransının yabancı türe kıyasla azaldığı ve Cd'nin bitkide yığılımının arttığı belirtilmiştir. Jung ve ark. (2015), *Arabidopsis thaliana*'da yaptıkları bir araştırmada, aralarında miR157, miR160, miR165, miR168, miR171, miR319, miR397 ve miR403 gibi miRNA ailelerin olduğu 18 miRNA'nın, sezyum (Cs) metal toksinine yanıt olarak ifadelerinin değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca, Cs toksininin pri-miRNA işlenmesi ve AGO1 aracılı gen susturulması mekanizmalarını da tahrip ettiği saptanmıştır. *Medicago truncatula*'da yapılan bir diğer çalışmada ise yeni nesil dizileme tekniği ile alüminyum (Al) stresine duyarlı 321 bilinen ve 21 yeni miRNA tanımlanmıştır (Chen ve ark., 2012).

#### Tohumuz bitki üretimi

Tohum ve meyve gelişimi içsel sinyaller ve çevresel etkenler ile kontrol edilir. Bozulmayı hızlandırıcı maddelerin tohumdan üretilmesi sebebiyle meyvelerin tohumuz olması, meyve kalitesini ve raf ömrünü artırması sebebiyle tercih edilmektedir (Pandolfini, 2009). Tohumuz meyve üretmek için gerekli yöntemlerden biri tozlaşma ve dölleme

olmaksızın meyve gelişimidir. Meyve olgunlaşmasının başlaması fitohormonlarla kontrol edilir ve dölleme bağımsız gerçekleşebilir. Tozlaşmadan önce çiçekleri oksin, giberellin ve sitokininlerle ya da bu hormonların karışımı ile muamele etmenin dölleme olmaksızın meyve gelişimini sağladığı, domates ve patlıcanda yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.

Domateste (*Solanum lycopersicum*), oksin ve giberellin yanıtlarını düzenleyici olduğu belirtilen SIARF7 (*Solanum lycopersicum Auxin Response Factor*) transkript seviyesi RNAi tekniği ile susturularak partenokarpik meyve elde edilmiştir (de Jong ve ark., 2009). Mısırdaki yapılan diğer bir çalışmada ise, miR159, miR164, miR166, miR171, miR390, miR399, ve miR529 ailelerinin tane embriyogenezinde önemli işlevleri olduğu gösterilmiştir (Li ve ark., 2016).

Sonuç olarak, her yıl hızla artan dünya nüfusunun ihtiyacını karşılayabilmek için, yiyecek, yem ve endüstri gibi pekçok alanda faydalandığımız bitkilerden en yüksek oranda verim elde edebilmek için etkili yöntemler geliştirmek zorundayız. Bu bağlamda, bu derlemede sunulan örnekler doğrultusunda, miRNA tabanlı RNAi teknolojisinin bitki biyoteknolojisinin amaçladığı birçok alanda etkili bir araç olduğu ve olacağı görülmektedir.

#### Kaynaklar

- Allen , E., Xie, Z., Gustafson, A. M., Carrington, J. C., 2005. MicroRNA-directed phasing during trans-acting siRNA biogenesis in plants. *Cell*, 121(2): 207-221.
- Chavez Montes, R. A., de Fatima Rosas-Cardenas, F., De Paoli, E., Accerbi, M., Rymarquis, L. A., Mahalingam, G., Marsch-Martinez, N., Meyers, B. C., Green, P. J., de Folter, S., 2014. Sample sequencing of vascular plants demonstrates widespread conservation and divergence of

- microRNAs. *Nature Communications*, 5(1): 3722.
- Chen, L., Wang, T., Zhao, M., Tian, Q., Zhang, W. H., 2012. Identification of aluminum-responsive microRNAs in *Medicago truncatula* by genome-wide high-throughput sequencing. *Planta*, 235(2): 375-386.
- Cheng, H. Y., Wang, Y., Tao, X., Fan, Y. F., Dai, Y., Yang, H., Ma, X. R., 2016. Genomic profiling of exogenous abscisic acid-responsive microRNAs in tomato (*Solanum lycopersicum*). *BMC Genomics*, 17(1): 423.
- de Jong, M., Wolters-Arts, M., Feron, R., Mariani, C., Vriezen, W. H., 2009. The *Solanum lycopersicum auxin response factor 7 (SlARF7)* regulates auxin signaling during tomato fruit set and development. *The Plant Journal*, 57(1): 160-170.
- Ding, Y., Ye, Y., Jiang, Z., Wang, Y., Zhu, C., 2016. MicroRNA390 is involved in cadmium tolerance and accumulation in rice. *Front Plant Sci*, 7(1): 235.
- Elitzur, T., Yakir, E., Quansah, L., Zhangjun, F., Vrebalov, J., Khayat, E., Giovannoni, J. J., Friedman, H., 2016. Banana MaMADS transcription factors are necessary for fruit ripening and molecular tools to promote shelf-life and food security. *Plant Physiology*, 171(1): 380-391.
- Fahlgren, N., Jogdeo, S., Kasschau, K. D., Sullivan, C. M., Chapman, E. J., Laubinger, S., Smith, L. M., Dasenko, M., Givan, S. A., Weigel, D., Carrington, J. C., 2010. MicroRNA gene evolution in *Arabidopsis lyrata* and *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell*, 22(4): 1074-1089.
- Fan, C., Hao, Z., Yan, J., Li, G., 2015. Genome-wide identification and functional analysis of lincRNAs acting as miRNA targets or decoys in maize. *BMC Genomics*, 16(1): 793.
- Field, S., Thompson, B., 2016. Analysis of the Maize *dicer-like1* Mutant, fuzzy tassel, Implicates MicroRNAs in Anther Maturation and Dehiscence. *PLoS One*, 11(1): e0146534.
- Fukusaki, E., Kawasaki, K., Kajiyama, S., An, C. I., Suzuki, K., Tanaka, Y., Kobayashi, A., 2004. Flower color modulations of *Torenia hybrida* by downregulation of chalcone synthase genes with RNA interference. *J Biotechnol*, 111(3): 229-240.
- Gil-Humanes, J., Piston, F., Barro, F., Rosell, C. M., 2014. The shutdown of celiac disease-related gliadin epitopes in bread wheat by RNAi provides flours with increased stability and better tolerance to over-mixing. *PLoS One*, 9(3): e91931.
- Gilissen, L. J., Bolhaar, S. T., Matos, C. I., Rouwendal, G. J., Boone, M. J., Krens, F. A., Zuidmeer, L., Van Leeuwen, A., Akkerdaas, J., Hoffmann-Sommergruber, K., Knulst, A. C., Bosch, D., Van de Weg, W. E., Van Ree, R., 2005. Silencing the major apple allergen *Mal d 1* by using the RNA interference approach. *J Allergy Clin Immunol*, 115(2): 364-369.
- Gronquist, M., Bezzerides, A., Attygalle, A., Meinwald, J., Eisner, M., Eisner, T., 2001. Attractive and defensive functions of the ultraviolet pigments of a flower (*Hypericum calycinum*). *Proc Natl Acad Sci U S A*, 98(24): 13745-13750.
- Guo, H. S., Xie, Q., Fei, J. F., Chua, N. H., 2005. MicroRNA directs mRNA cleavage of the transcription factor NAC1 to downregulate auxin signals for Arabidopsis lateral root development. *Plant Cell*, 17(5): 1376-1386.
- Gutierrez, L., Bussell, J. D., Pacurar, D. I., Schwambach, J., Pacurar, M., Bellini, C., 2009. Phenotypic plasticity of adventitious rooting in Arabidopsis is controlled by complex regulation of AUXIN RESPONSE FACTOR transcripts and microRNA abundance. *Plant Cell*, 21(10): 3119-3132.
- Han, J. Y., Kwon, Y. S., Yang, D. C., Jung, Y. R., Choi, Y. E., 2006. Expression and RNA interference-induced silencing of the dammarenediol synthase gene in *Panax ginseng*. *Plant Cell Physiol*, 47(12): 1653-1662.
- Herman, E. M., Helm, R. M., Jung, R., Kinney, A. J., 2003. Genetic modification removes an immunodominant allergen from soybean. *Plant Physiol*, 132(1):36-43.
- Jalali, S., Bhartiya, D., Lalwani, M. K., Sivasubbu, S., Scaria, V., 2013. Systematic transcriptome wide analysis of lincRNA-miRNA interactions. *PLoS One*, 8(2): e53823.
- Jiao, Y., Wang, Y., Xsu, D., Wang, J., Yan, M., Liu, G., Dong, G., Zeng, Z., Lu, Z., Zhu, X., Qian, Q., Li, J., 2010. Regulation of OsSPL14 by OsmiR156 defines ideal plant architecture in rice. *Nature Genetics*, 42(6),541-544.
- Jones-Rhoades, M. W., 2012. Conservation and divergence in plant microRNAs. *Plant Mol Biol*, 80(1): 3-16.

- Jung, I. L., Ryu, M., Cho, S. K., Shah, P., Lee, J. H., Bae, H., Kim, I. G., Yang, S. W., 2015. Cesium toxicity alters microRNA processing and AGO1 Expressions in *Arabidopsis thaliana*. *PLoS One*, 10(5): e0125514.
- Kempe, K., Higashi, Y., Frick, S., Sabarna, K., Kutchan, T. M., 2009. RNAi suppression of the morphine biosynthetic gene *salAT* and evidence of association of pathway enzymes. *Phytochemistry*, 70(5): 579-589.
- Kozomara, A., Griffiths-Jones, S., 2014. miRBase: annotating high confidence microRNAs using deep sequencing data. *Nucleic Acids Research*, 42:D68-D73
- Lauter, N., Kampani, A., Carlson, S., Goebel, M., Moose, S. P., 2005. MicroRNA172 down-regulates *glossy15* to promote vegetative phase change in maize. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(26): 9412-9417.
- Le, L. Q., Mahler, V., Lorenz, Y., Scheurer, S., Biemelt, S., Vieths, S., Sonnewald, U., 2006. Reduced allergenicity of tomato fruits harvested from Lyc e 1-silenced transgenic tomato plants. *J Allergy Clin Immunol*, 118(5): 1176-1183.
- Lee, R.C., Feinbaum, R.L., Ambros, V., 1993. The *C. elegans* heterochronic gene *lin-4* encodes small RNAs with antisense complementarity to *lin-14*. *Cell*, 75(5): 843-854.
- Li, D., Liu, Z., Gao, L., Wang, L., Gao, M., Jiao, Z., Qiao, H., Yang, J., Chen, M., Yao, L., Liu, R., Kan, Y., 2016. Genome-Wide Identification and Characterization of microRNAs in Developing Grains of *Zea mays* L. *PLoS One*, 11(4): e0153168.
- Li, J. C., Guo, J. B., Xu, W. Z., Ma, M., 2007. RNA Interference-mediated Silencing of Phytochelatin Synthase Gene Reduce Cadmium Accumulation in Rice Seeds. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(7): 1032-1037.
- Luan, M., Xu, M., Lu, Y., Zhang, L., Fan, Y., Wang, L., 2015. Expression of *zma-miR169* miRNAs and their target *ZmNF-YA* genes in response to abiotic stress in maize leaves. *Gene*, 555(2): 178-185.
- Nawaz-ul-Rehman, M. S., Mansoor, S., Khan, A. A., Zafar, Y., Briddon, R. W., 2007. RNAi-mediated male sterility of tobacco by silencing *TA29*. *Mol Biotechnol*, 36(2): 159-165.
- Nie, Z., Ren, Z., Wang, L., Su, S., Wei, X., Zhang, X., Wu, L., Liu, D., Tang, H., Liu, H., Zhang, S., Gao, S., 2016. Genome-wide identification of microRNAs responding to early stages of phosphate deficiency in maize. *Physiol Plant*, 157(2): 161-174.
- Nishihara, M., Nakatsuka, T., Yamamura, S., 2005. Flavonoid components and flower color change in transgenic tobacco plants by suppression of chalcone isomerase gene. *FEBS Lett*, 579(27): 6074-6078.
- Nogueira, F. T., Madi, S., Chitwood, D. H., Juarez, M. T., Timmermans, M. C., 2007. Two small regulatory RNAs establish opposing fates of a developmental axis. *Genes Dev*, 21(7): 750-5.
- Pandolfini, T., 2009. Seedless fruit production by hormonal regulation of fruit set. *Nutrients*, 1(2): 168-177.
- Poethig, R. S., 2013. Vegetative phase change and shoot maturation in plants. *Curr Top Dev Biol*, 105: 125-152.
- Rogers, K., Chen, X., 2013. Biogenesis, Turnover, and Mode of Action of Plant MicroRNAs. *The Plant Cell*, 25(7): 2383-2399.
- Shen, Y., Zhang, Z., Lin, H., Liu, H., Chen, J., Peng, H., Cao, M., Rong, T., Pan, G., 2011. Cytoplasmic male sterility-regulated novel microRNAs from maize. *Funct Integr Genomics*, 11(1): 179-191.
- Shi, J., Lang, C., Wu, X., Liu, R., Zheng, T., Zhang, D., Chen, J., Wu, G., 2015. RNAi knockdown of fatty acid elongase1 alters fatty acid composition in *Brassica napus*. *Biochem Biophys Res Commun*, 466(3): 518-522.
- Shriram, V., Kumar, V., Devarumath, R. M., Khare, T. S., Wani, S. H., 2016. MicroRNAs as potential targets for abiotic stress tolerance in Plants. *Front. Plant Sci*, 7(1): 817.
- Sun, G., 2012. MicroRNAs and their diverse functions in plants. *Plant Mol Biol*, 80(1): 17-36.
- Sunilkumar, G., Campbell, L. M., Puckhaber, L., Stipanovic, R. D., Rathore, K. S., 2006. Engineering cottonseed for use in human nutrition by tissue-specific reduction of toxic gossypol. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 103(48): 18054-18059.
- Van Eck, J., Conlin, B., Garvin, D. F., Mason, H., Navarre, D. A., Brown, C. R., 2007. Enhancing beta-carotene content in potato by RNAi-mediated silencing of the beta-carotene hydroxylase gene. *American*



- Journal of Potato Research*, 84(4): 331-342.
- Waterhouse, P. M., Graham, M. W., Wang, M. B., 1998. Virus resistance and gene silencing in plants can be induced by simultaneous expression of sense and antisense RNA. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 95(23): 13959-13964.
- Wu, X., Ding, D., Shi, C., Xue, Y., Zhang, Z., Tang, G., Tang, J., 2016. MicroRNA-dependent gene regulatory networks in maize leaf senescence. *BMC Plant Biol*, 16(1): 73.
- Wu, F., Shu, J., Jin, W., 2014. Identification and validation of miRNAs associated with the resistance of maize (*Zea mays* L.) to *Exserohilum turcicum*. *PLoS One*, 9(1): e87251.
- Xiong, A. S., Yao, Q. H., Peng, R. H., Li, X., Han, P. L., Fan, H. Q., 2005. Different effects on ACC oxidase gene silencing triggered by RNA interference in transgenic tomato. *Plant Cell Rep*, 23(9): 639-646.
- Xu, Z., Zhong, S., Li, X., Li, W., Rothstein, S. J., Zhang, S., Bi, Y., Xie, C., 2011. Genome-wide identification of microRNAs in response to low nitrate availability in maize leaves and roots. *PLoS One*, 6(11): e28009.
- Yang, C., Li, D., Mao, D., Liu, X., Ji, C., Li, X., Zhao, X., Cheng, Z., Chen, C., Zhu, L., 2013. Overexpression of microRNA319 impacts leaf morphogenesis and leads to enhanced cold tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Cell Environ*, 36(12): 2207-2218.
- Yang, J. S., Phillips, M. D., Betel, D., Mu, P., Ventura, A., Siepel, A. C., Chen, K. C., Lai, E. C., 2011. Widespread regulatory activity of vertebrate microRNA\* species. *Rna*, 17(2): 312-326.
- Zhai, L., Liu, Z., Zou, X., Jiang, Y., Qiu, F., Zheng Y. Zhang, Z., 2013. Genome-wide identification and analysis of microRNA responding to long-term waterlogging in crown roots of maize seedlings. *Physiol Plant* 147(2): 181-193.
- Zhang, C., Ding, Z., Wu, K., Yang, L., Li, Y., Yang, Z., Shi, S., Liu, X., Zhao, S., Yang, Z., Wang, Y., Zheng, L., Wei, J., Du, Z., Zhang, A., Miao, H., Li, Y., Wu, Z., Wu, J., 2016. Suppression of Jasmonic Acid-mediated Defense by Viral-inducible MicroRNA319 Facilitates Virus Infection in Rice. *Molecular Plant*, 9(9):1302-1314.
- Zhang, L., Jing, F., Li, F., Li, M., Wang, Y., Wang, G., Sun, X., Tang, K., 2009. Development of transgenic *Artemisia annua* (Chinese wormwood) plants with an enhanced content of artemisinin, an effective anti-malarial drug, by hairpin-RNA-mediated gene silencing. *Biotechnol Appl Biochem*, 52(3): 199-207.
- Zhou, Y., Xu, Z., Duan, C., Chen, Y., Meng, Q., Wu, J., Hao, Z., Wang, Z., Li, M., Yong, H., Zhang, D., Zhang, S., Weng, J., Li, X., 2016. Dual transcriptome analysis reveals insights into the response to Rice black-streaked dwarf virus in maize. *J Exp Bot*, 67(15): 4593-4609.



## Ambrosya Böcekleri (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae ve Platypodinae) ile Ambrosya Fungusları Arasındaki Simbiyotik İlişkiler

Rahman KUSHİYEV<sup>1</sup>, Onur AKER<sup>1\*</sup>, Celal TUNCER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Atakum, Samsun

\*Sorumlu yazar: onur.aker@omu.edu.tr

### Öz

Ambrosya böceklerinin her birinin bir veya birkaç simbiyotik fungusla ilişkili olduğu bilinmektedir. Simbiyotik funguslar bu böceklerin ergin ve larvalarının ana besin kaynağını oluşturmaktadır. Ambrosya böceklerinin erginleri ağaçların odun dokusunda açtıkları galerilerine, fungus keselerinde (Mycangia) taşıdıkları simbiyotik fungusları bulaştırarak yetiştirmektedir. Fakat mycocleptic türler olarak bilinen bazı küçük ambrosya böceği türlerinin ise fungus keseleri bulunmadığından simbiyotik fungusları taşımamaktadır. Ambrosya böcekleri orman ve meyve ağaçlarında önemli kayıplara neden olmaktadır. Bununla birlikte, ambrosia funguslarının da ağaçların çürümesinde önemli rol oynadığı bilinmektedir. Bu fungusların gelişimlerini kontrol altına alabilecek etkili bir yöntem bulunduğu takdirde, ambrosya böcekleri ile mücadelede alternatif yöntemler geliştirilebilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Ambrosya böcekleri, Ambrosya fungusları, Simbiyotik ilişki

## The Symbiotic Relationships Between Ambrosia Beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) and Ambrosia Fungi

### Abstract

It is known that each of the ambrosia beetles is associated with one or more symbiotic fungi. The symbiotic fungi are the major food sources of adult and larvae of ambrosia beetles. Ambrosia beetles excavate tunnels in the wood tissue of trees in which they inoculate and cultivate symbiotic fungi which carry in their fungi pouch (Mycangia). Fungi pouch of some little ambrosia beetles were lost and they can not carry symbiotic fungi in their bodies and are known as mycocleptic. Ambrosia beetles cause significant loss in forests and fruit trees. However, it is known that ambrosia fungi also play an important role in the decay of trees. If there is find out an effective method to under control the development of these fungi, alternative methods of combating with ambrosia beetles will be developed.

**Key Words:** Ambrosia beetles, Ambrosia fungi, Symbiotic relationship

### Giriş

Tanımlarında bazı farklılıklar bulunmakla beraber, simbiyotizm birarada bulunan canlıların karşılıklı yarar sağlamasına dayanan bir ilişki modeli olup, çok sayıda canlı türünde görülmektedir (Douglas, 2010). Simbiyotik yaşayan canlılar birlikte

evrimleşmiş olup, hayatlarının devamı için birbirlerine ihtiyaç duymaktadırlar (Beaver, 1989). Böcek ve fungus türleri arasında görülen simbiyotik ilişkiler de bunlardan birisidir. Funguslar ile simbiyotik ilişki birçok böcek grubunda görülmekle birlikte; karıncalar (Hym.: Formicidae, Myrmicinae, Attini), termitler (Isop.: Termitidae,

Macrotermitinae) ve ambrosya böceklerinde (Col.: Curculionidae, Scolytinae ve Platypodinae) bu ilişki ileri derecede evrimleşmiştir (Mueller ve ark., 2005). Karıncaların, başta Myrmicinae altfamilyası olmak üzere funguslarla simbiyotik ilişki içerisinde olan yaklaşık 220 türü tanımlanmıştır (Schultz ve Meier, 1995; Price ve ark. 2003). Termitlerin ise Macrotermitinae altfamilyasındaki yaklaşık 330 türü, *Termitomyces* cinsine giren funguslar ile simbiyotik ilişki oluşturmaktadır. Funguslarla simbiyotik ilişki içerisinde olan termit ve karıncalar bilimsel açıdan yeterince araştırılmış olmasına rağmen, ambrosya böceklerinin sadece belirli bir kısmı üzerinde çalışılmıştır.

Scolytinae altfamilyası, kabukta üreyen kabuk böcekleri ve odunda üreyen kabuk böcekleri (ambrosya böcekleri) olmak üzere başlıca iki grupta incelenmektedir (Selmi, 1998). Kabukta üreyen kabuk böcekleri phloeophagous özelliindedir, yani onlar doğrudan ölü bitki dokuları ve çoğu zaman da besince zengin floem ile kabuk içinde beslenirler. Ambrosya böcekleri hemen her zaman galerilerini ölü veya ölmek üzere olan bitkilerin özsuyu akışı yüksek odun dokusu içinde açarak simbiyotik fungusu bulaştırır ve üzerinde beslenirler. Ambrosya böceklerinin çoğu mycetophag ve xylomycetophag olarak beslenirler. Mycetophages olanlarda, larva ve erginler sadece simbiyotik ilişkili oldukları funguslar üzerinde beslenirken, xylomycetophages olanlar fungus ile beraber ksilem dokusunun parçalarını da sindirirler (Roepert, 1995). Böylece hem ambrosya böceklerinin hem de ambrosya funguslarının nesli bu simbiyotik ilişki sayesinde devam edebilmektedir (Harrington, 2005).

Ambrosya böcekleri ve ambrosya fungusları, eukaryotik canlılar arasında simbiyotik ilişkiye sahip en başarılı

gruplardan birisidir (Vega ve Blackwell, 2005; Hulcr ve ark., 2007) ve aynı zamanda orman ekosisteminde de en yaygın görülen simbiyotik ilişkili gruplardan birisini oluşturmaktadırlar (Kostovcik ve ark., 2015). Ambrosya böcekleri ve ambrosya fungusları arasındaki ilişkilerin detaylı olarak ortaya konması, bu zararlı böcekler ile mücadelede farklı yaklaşımların ortaya çıkmasına yardımcı olacaktır. Örneğin ambrosya funguslarının gelişimini önleyecek bir yaklaşım, yaşamak için bu funguslara mutlak bağımlı olan ambrosya böceklerinin mücadelesini de sağlamış olacaktır.

#### *Ambrosya Böcekleri*

Ambrosya böcekleri, Scolytinae ve Platypodinae altfamilyalarında bulunan türlerin yaklaşık 3400'ünü içine alan bir gruptur (Farrell ve ark., 2001). Bu türler genellikle Scolytinae altfamilyasında bulunan Xyleborini ve Corthylini tribülerinde toplanmış olup, Xyleborini tribüsü yaklaşık 1300 ambrosya böceği türünü içine almaktadır. Ayrıca Xyleborini tribüsünde bulunan ambrosya böcekleri hızlı çoğalan, hızlı yayılan, ekolojik ve ekonomik bakımdan en önemli grup olarak bilinmektedir (Farrell ve ark., 2001). Platypodinae altfamilyası ise yaklaşık 1500 ambrosya böceği türünü içine almaktadır (Wood ve Bright, 1992; Beaver ve Liu 2013). Bu alt familyalara ait geri kalan türlerin çoğunu ise genellikle ağaçların kabuk dokusu altında (floem) beslenen türler oluşturmaktadır. Kabuk böceklerinin sıklıkla Ascomycota ve Basidiomycota fungus türleri ile ilişkili olduğu, ancak böcek-fungus arasında zorunlu bir ilişkinin olmadığı belirtilmiştir (Harrington, 2005; Vega ve Hofstetter, 2015).

Ambrosya böcek türlerinin çoğunda, karınca ve arılarda olduğu gibi sosyal yaşam görülmektedir. Erkekler genellikle kısa

ömürlü ve uçma kabiliyetini kaybetmiş olup, sadece dişi dölleme görevini yapmaktadır (Norris, 1979; Biedermann ve Taborsky, 2011). Bu nedenle, galerilerin açılması ve simbiyotik fungusların yetiştirilmesi gibi görevlerden dişi bireyler sorumlu olmaktadır.

Ambrosya böcekleri, genellikle stresli ve zayıf ağaçları tercih eden sekonder türler olarak bilinmelerine rağmen, bazı türlerin sağlıklı ağaçlara da saldırdığı bilinmektedir (Farrell ve ark., 2001). Ambrosya böcekleri orman ve meyve ağaçlarının önemli zararlılarından olup, bazı türleri zarar sonucu ağaçların ölümüne neden olmakta (Hudson ve Mizell, 1999; Oliver ve Mannion, 2001; Kuhnholz ve ark., 2003) ve her geçen gün yeni coğrafik bölgelere yayılmaktadırlar (Hulcr ve Dunn, 2011). Bu grubun ülkemizde de orman ve meyve ağaçlarında zararlı birçok türü bulunmaktadır (Selmi, 1998; Saruhan ve Tuncer, 2001; Cebeci ve Ayberk, 2010).

#### *Ambrosya Fungusları ve Simbiyotik İlişkileri*

Ambrosya fungus türlerinin monofiletik bir grubu ifade etmediği, bu fungusların ambrosya böcekleri tarafından türe spesifik olarak taşındığı düşünülmektedir (Mueller ve ark., 2005). Bu fungus türlerinin yalnızca küçük bir kısmı tanımlanmış olup, bu türlerin de primer veya sekonder simbiyotik funguslar olup olmadıkları tam olarak bilinmemektedir. Ancak, ambrosya böceklerinin her birinin bir veya birkaç simbiyotik fungusla ilişkili olduğu bilinmektedir (Batra, 1963; Funk, 1970). Ambrosya böceklerinin genellikle *Ambrosiella* ve *Raffaelea* cinsi (Ascomycota) funguslarla simbiyotik ilişkili olduğu görülmüştür (Harrington, 2009). Ayrıca, *Ophiostoma*, *Leptographium*, *Fusarium*, *Dryadomyces* cinslerine ait birçok fungus türü de bazı ambrosya böcek türleri ile ilişkili bulunmuştur (Kok, 1979; Norris, 1979;

Beaver, 1989; Gebhardt ve ark., 2004; Kirisits, 2004). Bazı ambrosya fungusları tek bir böcek türü ile ilişkilirken, bazıları ise birden fazla böcek türü ile ilişkili olabilmektedir. Örneğin; *Ambrosiella xylebori* Brader ex Arx & Hennebert (Microascales: Ceratocystidaceae) fungusu *Xylosandrus compactus* Eichhoff (Col.: Curculionidae: Scolytinae)' un yanı sıra, *Corthylus columbianus* Hopkins (Col.: Curculionidae: Scolytinae) ve *Corthylus punctatissimus* Zimmermann (Col.: Curculionidae: Scolytinae) türleri ile ilişkili olarak belirlenmiştir (Batra, 1967; Roeper, 1995). Ayrıca, *Anisandrus dispar* Fabricius (Col.: Curculionidae: Scolytinae) ile ilişkili olduğu bilinen *Ambrosiella hartigii* (Microascales: Ceratocystidaceae) fungusunun *Xylosandrus germanus* Blandford (Col.: Curculionidae: Scolytinae), *Anisandrus sayi* Hopkins (Col.: Curculionidae: Scolytinae) ve *Anisandrus obesus* LeConte (Col.: Curculionidae: Scolytinae) türleri ile de ilişkili olduğu belirlenmiştir (Roeper, 1995).

Ambrosya böcekleri ile doğrudan ilişkili primer fungusların yanı sıra, daha zayıf ilişkili ve özel olarak taşınmayan sekonder fungus türlerinin de bulunduğu bilinmektedir (Kok ve ark., 1970; Beaver, 1989). Ancak, ambrosya böcekleri fungus keselerinde genellikle yalnızca primer simbiyotik fungusları taşımakta (bazen keselerden sekonder fungusların izole edilmesine rağmen) ve galerilerinde bu primer fungusları yetiştirmektedir (Francke-Grosman, 1967; Norris, 1979; Gebhardt ve ark., 2004). Örneğin; yapılan bir çalışmada *Xyleborinus saxesenii* Ratzeburg (Col.: Curculionidae: Scolytinae)' nin primer olarak *Raffaelea sulphurea* (Batra) T.C. Harr. (Ophiostomatales: Ophiostomataceae) ve sekonder olarak *Fusicolla acetilerea* (Tubaki, C. Booth & T. Harada) Gräfenhan & Seifert

(Hypocreales: Nectriaceae) fungus türleri ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Xyleborini türleri ile ilişkili primer simbiyotik fungus türlerinin aseksüel olduğu (Rollins ve ark., 2001), sekonder fungus türlerinin ise genel olarak seksüel olduğu belirtilmiştir (Francke-Grosmann, 1967).

Ambrosya böceklerinin dişileri ağaçların odun dokusunda simbiyotik fungusların gelişebilmesi için galeriler açmakta ve fungus keselerinde taşıdıkları simbiyotik fungusları galerilerin duvarlarına bulaştırmaktadır (Beaver, 1989; Mueller ve ark., 2005). Böcek tarafından açılan ambrosya fungusları, birkaç gün içerisinde gelişme göstermekte (Francke-Grosmann, 1967) ve fungusların gelişim göstermeye başladıkları andan itibaren dişi böcekler yumurtalarını galeri içlerine bırakmaya başlamaktadır (French ve Roeper, 1972; Roeper ve ark., 1980; Beaver, 1989) (Şekil 1). Dişi böcekler, yumurtalarını veya pupalarını fazla gelişen ambrosya funguslarından ve galeriye bulaşabilecek diğer patojenlerden korumak amacıyla galerin içerisinde sürekli temizlik ve bakım yapmaktadırlar (Francke-Grosmann, 1967; Biedermann ve Taborsky, 2011). Bazı çalışmalarda dişi ambrosya böceklerinin galerilerin içerisinde öldüğü durumlarda, galerilerde hızla patojen fungus ve bakterilerin geliştiği gözlemlenmiştir (Norris, 1979).

Simbiyotik funguslar ergin ve larvaların beslenmesi için bol miktarda misel oluşturmakta ve bu durum yalnızca ambrosya böceklerinin varlığında meydana gelmektedir (French ve Roeper, 1972). Bazı türler hariç, ergin ve larvaların ikisi de sadece simbiyotik funguslar üzerinde beslenmektedir. Ambrosya fungusları, ambrosya böceklerinin beslenebilmesi için ksilem ve diğer çevre dokulardan besin oluşturmakta, aminoasitler, vitaminler ve

steroidler gibi organik moleküller sağlamaktadırlar (Kok, 1979; Norris, 1979; Beaver, 1989). Bazı sekonder fungus türlerinin de böceklerin beslenmesi ve gelişmesinde rol oynadığı, ancak böceğin hayatta kalması için tek başına yeterli olmadığı görülmektedir (Norris, 1979).



Şekil 1. *Xylosandrus crassiusculus* Motschulsky (Col.: Curculionidae: Scolytinae)' un galerilerinde yetiştirdiği fungus (*Ambrosiella xylebori*) ve galerilere yerleştirdiği yumurtalar (Hulcr ve Dunn, 2011).

Figure 1. Fungi (*Ambrosiella xylebori*) that were cultivated by *Xylosandrus crassiusculus* Motschulsky (Col.: Curculionidae: Scolytinae) in the galleries and the eggs are settled to the galleries.

Ambrosya böcekleri ve fungusları arasındaki ilişkinin mekanizması tam olarak anlaşılammıştır. Pupa evresini tamamlayarak ergin döneme geçen ve henüz galeriyi terk etmemiş olan yeni erginlerin ambrosya fungusları üzerinde beslenmesinin, fungus keseleri içerisine ambrosya funguslarını alabilmesi için önemli olduğu belirtilmiştir (Kirkendall ve ark., 2015). Ambrosya böcekleri ile simbiyotik ilişki içinde olduğu bilinen *Ambrosiella* türlerinin tümünün bir koku ürettiği (Harrington, 2009) ve bu kokuların galerideki yeni erginleri çektiği belirlenmiştir (Hulcr ve ark., 2011). Aynı zamanda galeri içerisinde bulunan

patojen fungusların ise böcekler üzerine repellent etkisinin olduğu bildirilmiştir (Hulcr ve ark., 2011). Bunun yanında bazı ambrosya fungus türlerinin söz konusu böcekler ile taşınmasını kolaylaştıracak şekilde yapışkan sporlar ürettikleri görülmüştür (Hsiau ve Harrington, 2003).

#### *Ambrosya Fungus Keseleri (Mycangia)*

Ambrosya böcekleri evrimsel süreç içerisinde, simbiyotik fungusları bir bitkiden diğerine taşımak amacıyla vücutlarının değişik yerlerinde türe özgü farklılıklar gösteren yapılar geliştirmişlerdir. Mycangia adı verilen bu özel fungus keseleri ambrosya böceklerinin sadece erginlerinde bulunmaktadır (Batra, 1963, 1967; Beaver, 1989; Harrington ve ark., 2014). Fungus kesesi; çevresi salgı bezleri ile çevrili, türden türe değişiklik gösteren, bazı türlerde basit ve bazılarında ise oldukça gelişmiş yapılar olarak ilk defa Batra (1963) tarafından tanımlanmıştır. Fungus kesesinde bulunan salgı bezlerinin simbiyotik fungusların canlılığının korunmasında yardımcı olduğu bilinmektedir (Norris, 1979). Fungus kesesinin yeri ve morfolojik yapısı türden türe değişmekle birlikte, özellikle mandibula, elytra, mesotoraks ve metatoraks gibi değişik vücut kısımlarında bulunmaktadır (Batra, 1963; Hulcr ve ark., 2010).

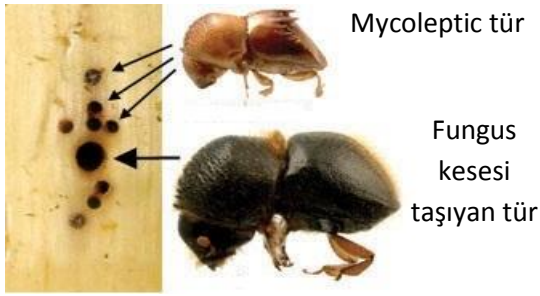
Platypodinae altfamilyasında bulunan türler oldukça küçük ve basit fungus keselerine sahipken (Marvaldi ve ark., 2002), Xyleborini tribüsü içindeki *Xylosandrus*, *Anisandrus* ve *Cnestus* türleri mesonotum kısmında bulunan büyük ve gelişmiş fungus keselerine sahiptir (Francke-Grosman, 1956, 1967; Beaver, 1989; Hulcr ve ark., 2007; Hulcr ve Cognato, 2010). Bunun dışında, Xyloterini tribüsünde bulunan *Trypodendron* spp.'nin dişileri büyük, boru şeklinde (pleuralprothoracic) bir fungus

kesesine sahiptir (Francke-Grosman, 1956, 1967). Ancak, bazı türlerde fungus keseleri böceklerin sadece vücutlarının değişik kısımlarında bulunan basit yapılar şeklindedir. Ayrıca, mycocleptic olarak bilinen bazı küçük ambrosya böcek türlerinin ise fungus keseleri kaybolmuştur (Hulcr ve Cognato, 2010).

#### *Fungus Hırsız (Mycocleptic) Ambrosya Böcekleri*

Ambrosya böceklerine ait bazı küçük türlerin vücutlarında fungus keselerinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bu türler, fungus kesesi taşıyan ambrosya böcekleri tarafından açılan büyük galerilerin yakınında veya bitişiğinde küçük galeriler açmakta, daha sonra büyük galerilerde gelişen simbiyotik fungusların kendi galerilerine yönlenmesini sağlamaktadırlar. Fungus kesesi taşımak yerine, diğer ambrosya böceklerinin galerilerinden fungus hırsızlığı yapılarak gerçekleştirilen fungus yetiştirme durumuna "**mycocleptism**" adı verilmiştir. Fungus hırsızlığı yapan bu türler ise "**mycocleptic**" türler olarak adlandırılmıştır (Hulcr ve Cognato, 2010) (Şekil 2).

Yapılan çalışmaların neticesinde, 15 Paleotropikal ve 1 Neotropikal olmak üzere toplamda 5 farklı cinse ait 16 mycocleptic ambrosya böcek türü belirlenmiştir. Fungus hırsızlığı yapmayan az 10 farklı cinse ait toplam 19 ambrosya böcek türünün ise mycocleptic türler tarafından mağdur edildiği belirlenmiştir. Mycocleptic türlerden bazılarının, mağdur pozisyonundaki türlere karşı önemli derecede spesiflik gösterdiği bilinmektedir. Örneğin; *Ambrosiophilus* cinsine ait birçok mycocleptic türün genel olarak *Beaverium* cinsine ait ambrosya böcek türleri ile ilişki içinde olduğu gözlemlenmiştir (Hulcr ve Cognato, 2010).



Şekil 2. Fungus hırsızlığı (Hulcr ve Cognato, 2010)

Figure 2. Mycocolectism

### Sonuçlar

Ambrosya böcekleri dünyanın birçok bölgesinde bulunmakta olup, özellikle orman ve meyve ağaçlarında önemli kayıplara neden olmaktadır (Hulcr ve Dunn, 2011). Bir ağaçta, ambrosya böceklerinin yüzlerce bulunabilmekte ve zamanla çevredeki diğer ağaçlarda yayılarak bu ağaçların kurumasına neden olabilmektedirler. Ayrıca, ambrosya böceklerinin kendi zararlarının yanında simbiyotik ilişkili olduğu ambrosya funguslarında ağaçların besin ve su akışını bozarak bu ağaçların büyümesini etkilediği ve hatta bazı fungus türlerinin ağaçların kurumasında önemli rol oynayan bitki patojeni türler olduğu bilinmektedir (Castrillo ve ark., 2011).

Ambrosya böcek türlerinin ağaçların odun dokusu içerisindeki galerilerde bulunması ve ergin çıkış zamanlarının geniş aralıklara yayılması gibi nedenlerden dolayı bu zararlı türler ile mücadele yöntemleri yetersiz kalmaktadır (Saruhan ve Akyol, 2012). Son zamanlarda bu türlere karşı alternatif mücadele yöntemi olarak farklı bazı tuzaklar geliştirilmiş, ancak istenilen düzeyde başarı elde edilememiştir. Bu nedenlerden dolayı, bu türlere karşı farklı mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Hain, 2006). Ambrosya böceklerinin birlikte yaşadıkları ve

birbirlerine mutlak ihtiyaç duydukları ambrosya funguslarının bilinmesi bu bakımdan büyük önem taşımaktadır (Mayers ve ark., 2015). Bu fungusların gelişimlerini kontrol altına alabilecek etkili bir yöntem bulunduğu takdirde, özellikle meyve ağaçlarında zarar yapan ambrosya böcekleri için alternatif mücadele yöntemleri geliştirilebilecektir.

### Kaynaklar

- Batra, L.R., 1963. Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles. Transactions of the Kansas Academy of Science 66: 213-236.
- Batra, L.R., 1967. Ambrosia fungi: a taxonomic revision and nutritional studies of some species. Mycologia 59: 976-1017.
- Beaver, R.A., 1989. Insect-fungus relationships in the bark and ambrosia beetles. In Insect fungus Interactions, 14th Symposium of the Royal Entomological Society of London, (ed): Wilding, N., Collins, N. M., Hammond, P.M., Webber, J.F., 121 pp.
- Beaver, R.A., Liu, L.Y., 2013. A synopsis of the pine-hole borers of Thailand (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae). Zootaxa, 3646: 447- 486 pp.
- Biedermann, P.H.W., Taborsky, M., 2011. Larval helpers and age polyethism in ambrosia beetles. Proceedings of the National Academy Sciences of the United States of America 108: 17064 - 17069 pp.
- Castrillo, L.A., Griggs, M.H., Ranger, C.M., Reding, M.E., Vandenberg, J.D., 2011. Virulence of commercial strains of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum* (Ascomycota: Hypocreales) against adult *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae) and impact on brood. Biological Control 58: 121-126 pp.
- Cebeci, H.H., Ayberk, H., 2010. Ambrosia beetles, hosts and distribution in Turkey with a study on the species of Istanbul province. African Journal of Agricultural Research, 5(10): 1055 - 1059 pp.
- Douglas, A.E., 2010. The Symbiotic Habit. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. ISBN 978-0-691-11341-8, 202 pp.
- Farrell, B.D., Sequeira, A.S., O'Meara, B.C., Normark, B.B., Chung, J.H., Jordal, B.H., 2001. The evolution of agriculture in

- beetles (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). *Evolution*, 55: 2011–2027 pp.
- Francke-Grosmann, H., 1956. Hautdrüsen als träger der pilzsymbiose bei ambrosiakäfern. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 45 (3): 275-308 pp.
- Francke-Grosmann, H., 1967. Ectosymbiosis in wood-inhabiting insects. (ed): Henry S.M., Symbiosis. Academic Press, New York, 142-206 pp.
- French, J.R., Roeper, R.A., 1972. Observations on *Trypodendron rufitarsis* (Coleoptera: Scolytidae) and its primary symbiotic fungus, *Ambrosiella ferruginea*. *Annals of the Entomological Society of America*, 65: 282-282 pp.
- Funk, A., 1970. Fungal symbionts of the ambrosia beetle *Gnathotrichus sulcatus*. *Canadian Journal of Botany*, 48 (8): 1445-1448 pp.
- Gebhardt, H., Bergerow, D., Oberwinkler, F., 2004. Identification of the ambrosia fungus of *Xyleborus monographus* and *X. dryographus* (Curculionidae, Scolytinae). *Mycological Progress*, 3: 95 - 102 pp.
- Hain, F., 2006. New threats to forest health require quick and comprehensive research response. *Journal of Forestry*, 104: 182 – 186 pp.
- Harrington, T.C., 2005. Ecology and evolution of mycophagous bark beetles and their fungal partners. (eds): Vega, F.E., Blackwell, M., *Ecological and Evolutionary Advances in Insect-Fungal Associations*. Oxford University Press, New York, 257 - 291 pp.
- Harrington, T.C., 2009. The genus *Ceratocystis*. Where does the oak wilt fungus fit? (eds): Billings, R.F., Appel, D.N., *Proceedings of the 2nd National Oak Wilt Symposium Texas Forest Service Publication 166*, Austin, Texas, 21 - 35 pp.
- Harrington, T.C., McNew, D., Mayers, C., Fraedrich, S.W., Reed, S.E., 2014. *Ambrosiella roeperi* sp. nov. is the mycangial symbiont of the granulate ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus*. *Mycologia*, 106: 835 - 845 pp.
- Hsiau, P.T.W., Harrington, T.C., 2003. Phylogenetics and Adaptations of Basidiomycetous Fungi Fed upon by Bark Beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Symbiosis* 34: 111 - 131 pp.
- Hudson, W., Mizell, R., 1999. Management of Asian ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus*, in nurseries. (ed): James, B.L., *Proceedings of the 44th Annual Southern Nursery Associated Research Conference*, Atlanta, GA. 44: 182 - 185 pp.
- Hulcr, J., Adams, A.S., Raffa, K., Hofstetter, R.W., Klepzig, K.D., Currie, C.R., 2010. Presence and diversity of *Streptomyces* in *Dendroctonus* and sympatric bark beetle galleries across North America. *Microbial Ecology*, 61(4): 759 - 768 pp.
- Hulcr, J., Cognato, A.I., 2010. Repeated evolution of crop theft in fungus-farming ambrosia beetles. *Evolution* 64: 3205 - 3212 pp.
- Hulcr, J., Dunn, R.R., 2011. The sudden emergence of pathogenicity in insect-fungus symbioses threatens naive forest ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B*, 278: 2866 - 2873 pp.
- Hulcr, J., Mann, R., Stelinski, L.L., 2011. The scent of a partner: ambrosia beetles are attracted to volatiles from their fungal symbionts. *Journal of Chemical Ecology*, 37: 1374 - 1377 pp.
- Hulcr, J., Mogia, M., Isua, B., Novotny, V., 2007. Host specificity of ambrosia and bark beetles (Col., Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) in a New Guinea rainforest. *Ecological Entomology*, 32: 762 - 772 pp.
- Kirisits, T., 2004. Fungal associates of European bark beetles with special emphasis on the ophiostomatoid fungi. (eds): Lieutier, F., Keith, R.D., Battisti, A., Grégoire, J. C., Evans, H.F., *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe*, a Synthesis. Springer, Dordrecht, 181 - 237 pp.
- Kirkendall, L.R., Biedermann, P.H.W., Jordal, B.H., 2015. Evolution and diversity of bark and ambrosia beetles. (eds): Vega, F.E., Hofstetter, R.W., *Bark Beetles: biology and ecology of native and invasive species*. Academic Press, 85 - 156 pp.
- Kok, L.T., 1979. Lipids of ambrosia fungi in the life of mutualistic beetles. (ed): Batra, L.R., *Insect-fungus Symbiosis*. Halsted Press, Chichester, Sussex, 33 - 52 pp.
- Kok, L.T., Norris, D.M., Chu, H.M., 1970. Sterol metabolism as a basis for mutualistic symbiosis. *Nature* 225: 661 - 662 pp.
- Kostovcik, M., Bateman, C., Klarik, M., Stelinski, L., Jordal, B., Hulcr, J., 2015. The ambrosia symbiosis is specific in some species and promiscuous in others: evidence from



- community pyrosequencing. International Society for Microbial Ecology, 9: 126 - 138 pp.
- Kuhnholz, S., Borden, J.H., Uzunovic, A., 2003. Secondary ambrosia beetles in apparently healthy trees: Adaptations, potential causes and suggested research. Integrated Pest Management Reviews, 6: 209 - 219 pp.
- Marvaldi, A.E., Sequeira, A.S., O'Brien, C.W., Farrell, B.D., 2002. Molecular and morphological phylogenetics of weevils (Coleoptera, Curculionoidea): do niche shifts accompany diversification? Systematic Biology, 51: 761 - 785 pp.
- Mayers, C.G., Mcnew, D.L., Harrington, T.C., Roeper, R.A., Fraedrich, S.W., Biedermann, P.H.W., Castrillo, L.A., Reed, S.E., 2015. Three genera in the Ceratocystidaceae are the respective symbionts of three independent lineages of ambrosia beetles with large, complex mycangia. Fungal Biology, 119: 1075 - 1092 pp.
- Mueller, U.G., Gerardo, N.M., Aanen, D.K., Six, D.L., Schultz, T.R., 2005. The evolution of agriculture in insects. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 36: 63 - 95 pp.
- Norris, D.M., 1979. The mutualistic fungi of Xyleborini beetles. See Batra, 53 - 65 pp.
- Oliver, J.B., Mannion, C.M., 2001. Ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytidae) species attacking chestnut and captured in ethanol-baited traps in middle Tennessee. Environmental Entomology, 30: 909 - 918 pp.
- Price, S.L., Murakami, T., Mueller, U.G., Schultz, T.R., Currie, C.R., 2003. Recent findings in fungus-growing ants: Evolution, ecology, and behavior of a complex microbial symbiosis. In Genes, Behavior, and Evolution in Social Insects, (ed): Kikuchi, M., Higashi, S., 255 pp, 80. Sapporo: Hokkaido Univ. Press. 314 pp.
- Roeper, R.A., 1995. Patterns of mycetophagy in Michigan ambrosia beetles. Michigan Academician, 26: 153 - 161 pp.
- Roeper, R.A., Treeful, L.M., Foote, R.A., Bunce, M.A., 1980. In vitro culture of the ambrosia beetle *Xyleborus affinis* (Coleoptera: Scolytidae). Great Lakes Entomologist, 13: 33 - 35 pp.
- Rollins, F., Jones, K.G., Krokene, P., Solheim, H., Blackwell, M., 2001. Phylogeny of asexual fungi associated with bark and ambrosia beetles. Mycologia, 93: 991 - 996 pp.
- Saruhan, İ., Tuncer, C., 2001. Population densities and seasonal fluctuations of hazelnut pests in Samsun, Turkey. Acta Hort., 556: 495 - 502 pp.
- Saruhan, İ., Akyol, H., 2012. Monitoring population density and fluctuations of *Anisandrus dispar* and *Xyleborinus saxesenii* (Coleoptera:Scolytinae,Curculionidae) in hazelnut orchards. African Journal of Biotechnology, 11(18): 4202 - 4207 pp.
- Schultz, T.R., Meier, R., 1995. A phylogenetic analysis of the fungus-growing ants (Hymenoptera: Formicidae: Attini) based on morphological characters of the larvae. Systematic Entomology, 20: 337 - 370 pp.
- Selmi, E., 1998. Türkiye Kabuk Böcekleri ve Savaşı. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4042, Emek Matbaası, İstanbul, 196 pp.
- Vega, F.E., Blackwell, M., 2005. Insect-Fungal Associations: Ecology and Evolution. Oxford: Oxford Univ. Press, 333 pp.
- Vega, F.E., Hofstetter, R.W., 2015. Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species. San Diego, California: Academic Press, 640 pp.
- Wood, S.L., Bright, D.E., 1992. A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: taxonomic index. Great Basin Nat Mem., 13: 1 - 1553 pp.



## İçme Sütü Üretiminde ESL (Extended Shelf Life) Teknolojisinin Kullanımı

Naciye ÜNVER<sup>1\*</sup>, Şerafettin ÇELİK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa  
\*Sorumlu yazar: unver.naciye@harran.edu.tr

### Öz

Günümüzde içme sütü üretim teknolojisinde, en çok bilinen ve uygulanan ısı işlemler pastörizasyon ve UHT teknolojisidir. Pastörizasyonla kısa ömürlü ancak taze bir ürün elde edilirken; UHT ile uzun ömürlü ancak duyuşsal olarak beğeni düzeyi daha düşük bir ürün elde edilmektedir. Bu bağlamda ESL teknolojisi, pastörize süte göre daha uzun ömürlü ve duyuşsal olarak tüketiciye daha cazip bir ürün sunmak amacıyla geliştirilmiş yeni bir yöntemdir. Bu yöntem; mikrofiltrasyon, baktofügasyon, vurgulu elektriksel alan, yüksek basınç uygulaması gibi işlemleri de içerisinde bulundurabilmektedir. Bu yöntem ile hijyenik şartlarda paketlenen süt, buzdolabı sıcaklığında muhafaza edildiği sürece pastörize süte oranla daha uzun raf ömrüne sahip olmaktadır. Mikrobiyolojik riskin azaltılması ve raf ömrünün uzatılması açısından bu teknik, düşük yoğunluklu ısı işlemle birlikte kullanılmalıdır. Düşük yoğunluklu ısı işlem uygulaması; protein denatürasyonu, vitamin parçalanması, Maillard reaksiyonu gibi istenmeyen oluşumların düzeyini de azaltmaktadır. Bu teknoloji ile 45-60 güne kadar muhafaza edilebilen ve duyuşsal olarak pastörize süte daha yakın bir ürün elde edilmektedir. Bu çalışmada amaç, içme sütü üretiminde ESL teknolojisinin uygulanabilirliğini incelemek ve bu teknolojiyi diğer ısı işlemlere göre ve kendi içinde değerlendirmektir.

**Anahtar Kelimeler:** Baktofügasyon, ESL süt, Mikrofiltrasyon, Pastörizasyon, UHT

## Application of ESL (Extended Shelf Life) Technology in Drinking Milk Production

### Abstract

Nowadays pasteurization and UHT are the best known and most commonly used technologies in milk production. While products which have shorter shelf life and fresh taste are obtained by using pasteurization, products which have longer shelf life but less desirable taste are obtained by UHT technology. ESL technology is a new method which was developed to obtain a longer shelf life product than pasteurized milk and better sensory quality product than UHT milk. ESL milk includes technologies such as microfiltration, bacto-fugation, pulsed electric fields, high pressure processing. In this process milk packaged under hygienic conditions has a longer shelf life than pasteurized milk as long as it has stored under refrigerated conditions. This technique should be used with low intensity heat treatment in order to minimize microbial risk and prolong the shelf life. This gentle heat treatment reduces the undesired reactions such as protein denaturation, vitamin degradation and Maillard reactions. Product which has a shelf life between 45-60 days and similar sensory characteristics with pasteurized milk is obtained owing to this technology. The objective of the study is to examine applicability of ESL technology in the field of milk production, evaluate and compare with traditionally heat treatments and itself.

**Key Words:** Bacto-fugation, ESL milk, Microfiltration, Pasteurization, UHT

### Giriş

Üretimden tüketiciye ulaşınca kadar

gıdalar, çevresel kaynaklı veya gıdanın kendi kimyasal ve mikrobiyolojik yapısından kaynaklı pek çok değişime uğramaktadırlar.

Bu değişimleri önleyici veya yavaşlatıcı geleneksel muhafaza yöntemleri; başta ısı işlemler olmak üzere, düşük sıcaklıkta muhafaza, kurutma, fermantasyon, tuzlama, şeker ilavesi olarak sıralanabilir. Bu işlemlerin yoğunluğu, gıdanın duyuşal ve besinsel değerini önemli düzeyde etkilemektedir. Bu sebeple bu işlemlerin hem gıda güvenliğini sağlayacak düzeyde hem de gıdanın besin değerine ve duyuşal özelliklerine zarar vermeyecek düzeyde kontrollü bir biçimde gerçekleştirilmesi önemli bir husustur. Gıda muhafazasında bu iki faktör arasındaki dengeyi sağlamak için geleneksel yöntemlere alternatif olarak geliştirilen yeni yöntemlere başvurulmaktadır. Bu yeni yöntemler, geleneksel yöntemlerin son üründe oluşturduğu olumsuzlukları gidermeyi veya bunları en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bu yöntemler tek başlarına veya farklı yöntemlerle kombine edilerek kullanılabilirler. Bu bağlamda ESL (Extended Shelf Life) süt teknolojisi, uzun süredir yaygın olarak kullanılan pastörize ve UHT (Ultra High Temperature-Ultra Yüksek Sıcaklık Uygulaması) süt teknolojilerinin eksikliklerini gidererek tüketiciye daha cazip bir ürün sunmak amacıyla geliştirilmiş yeni bir yöntemdir.

UHT süt teknolojisi, pastörize süte göre daha uzun raf ömrüne sahip bir ürün geliştirmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Ancak duyuşal olarak değerlendirildiğinde UHT sütte algılanan pişmiş tat, UHT süütün pastörize süte göre beğeni düzeyini düşürmektedir (Rysstad ve Kolstad, 2006; Mayer ve ark., 2010). Ayrıca ısı işlem yoğunluğu arttıkça besin değerinde de azalmaların meydana geldiği bilinmektedir (Gündoğdu ve ark., 2012). Bu faktörler dikkate alındığında tüketicinin hem uzun süre dayanıklılığını koruyabilen hem de duyuşal ve besleyici açıdan kaliteli bir ürün talebi,

endüstriyi yeni teknolojiler geliştirmeye yöneltmiştir. ESL süt teknolojisi de bu amaçla oluşturulan ve yaklaşık 60 yıldır süt ve süt ürünlerinde kullanılan bir yöntemdir. Kısaca tanımlamak gerekirse ESL süt; mikrofiltrasyon (MF), baktöfugasyon, vurgulu elektriksel alan (VEA), yüksek hidrostatik basınç uygulaması (YHB) gibi işlemleri de içerisinde bulunduran, son derece hijyenik şartlarda (genellikle yüksek verimlilikteki filtre edilmiş partiküller hava ile temizlenmiş paketler kullanılarak) paketlenen ve buzdolabı sıcaklığında muhafaza edildiği sürece pastörize süte göre daha uzun raf ömrüne sahip olan bir üründür (Fernández García ve Rodríguez, 2014; Henyon, 1999).

Sıcaklık ve zaman, ısı işlemin yoğunluğunu belirleyen en önemli iki parametredir. Genellikle süt endüstrisinde bu parametreler pastörizasyon için 72-75°C/15-30 sn iken, UHT için minimum 135°C/1-2 sn şeklindedir. ESL süt teknolojisi ise bu 2 parametre yönünden değerlendirildiğinde UHT'ye göre daha ılımlı, pastörizasyona göre ise biraz daha yoğun bir uygulamadır. Bu uygulamanın UHT'ye göre daha düşük sıcaklıklarda mikrobiyolojik açıdan güvenli bir ürün oluşturması mikrofiltrasyon gibi yeni geliştirilen yöntemlere dayanmaktadır. Yeni geliştirilen bu yöntemlerle öncelikle sütteki mikroorganizma yükü azaltılmakta ve ardından uygulanan ısı işlemle güvenilir bir ürün elde edilmektedir. Isıl işlem yoğunluğuna ve depolama koşullarına bağlı olarak ürünlerin raf ömürleri de değişmektedir. Örneğin; pastörize sütler +6°C'nin altındaki sıcaklıklarda 5-8 gün muhafaza edilebilirken, UHT sütler oda sıcaklığında 3-6 ay muhafaza edilebilirler. Yapılan çalışmalara göre ESL süt ise +4°C'de 3 haftaya kadar muhafaza edilebilmektedir (Lorenzen ve ark., 2011).

Genellikle ısı işlem yoğunluğu arttıkça vitamin degradasyonu, protein denatürasyonu, Maillard reaksiyonu gibi istenmeyen oluşumlar söz konusu olabilmektedir. UHT uygulaması, kısa süreli yüksek sıcaklık [KSYS (HTST: High Temperature Short Time)] pastörizasyon uygulamasına göre daha yoğun bir uygulama olduğu için sütün vitamin içeriğinde daha çok kayba sebep olmaktadır. Özellikle B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> gibi sıcaklığa hassas suda çözünen vitaminler, yüksek ısı işlem normundan daha çok etkilenmektedir. Ayrıca ısı işlemin, sütün antioksidatif özelliklerini arttırdığı ve sütte pişmiş tat oluşmasına sebep olduğu belirtilmektedir. Yapılan çalışmalar, protein denatürasyonunun başladığı 70-80°C sıcaklık derecesinde en yüksek seviyeye ulaşan ve sıcaklık artışıyla paralel olarak miktar bakımından artış gösteren reaktif SH (tiyol) gruplarının, lipid peroksidasyonunu önleyerek sütün antioksidatif özelliklerini arttırdığını belirtmektedir (Velioğlu Öğünç ve Yalçın, 2011). Denatürasyon, proteinlerin 3 boyutlu yapısında değişime sebep olurken sütün besin değerini etkilememektedir. Ancak yüksek sıcaklıklarda bazı aminoasitlerin yapısında oluşan hasar sütün besin değeri değiştirebilmektedir. İndirgen şekerler (laktoz) ile aminoasitler arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonu ise lizin ve arginin gibi temel aminoasitlerin kaybının yanı sıra renk, tat ve aromada değişikliğe sebep olan bir reaksiyondur (Raynal-Ljutovac ve ark., 2007). Sıcaklığın 180°C olduğu ve su aktivitesinin 0.6-0.7 olduğu değerlerde optimum düzeyde gerçekleşen bu reaksiyon, ısı işlem yoğunluğundaki artışa bağlı olarak hız kazanmakta ve sütün koku ve renginde olumsuzluklar yaratmaktadır. Bu sebepler göz önünde bulundurulduğunda UHT teknolojisine göre daha ılımlı bir ısı işlem

olan ESL süt teknolojisinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Isıl işlem normunu belirleyen en önemli faktör mikroorganizmalardır. Schmidt ve ark. (2012)'e göre işlenmiş sütte proteinaz, lipaz ve fosfolipaz aktivitesine bağlı olarak duyuusal bozukluklar oluşturan en önemli mikroorganizma *Bacillus cereus* sporlarıdır. Bazı *Bacillus cereus* spor oluşturabilen suşlarının buzdolabı sıcaklıklarında bile çoğalıp gelişebildikleri bilinmektedir. Toprak kaynaklı olan *Bacillus cereus* süte genelde sağım sırasında bulaşır ve bu mikroorganizma hidrofilik özelliklerinden dolayı cam, plastik gibi çeşitli ambalaj materyallerinin yüzeyinde biyofilm oluşturabilir (Kalkan ve Halkman, 2006). Bunun dışında dolun ve paketleme materyallerinden bulaşabilen *Pseudomonas* ve *Aeromonas* cinsi ve *Enterobacteriaceae* familyasına ait bazı gram negatif psikrotrofik mikroorganizmalar da sütte sorunlar oluşturabilmektedir (Rysstad ve Kolstad, 2006). ESL teknolojisinde kullanılan geleneksel mikrofiltrasyon yöntemiyle ile bakteriyel spor formunda 3 log düzeyinde azalma sağlanırken, yeni çok katmanlı membran teknolojileriyle 4 –5 log düzeyinde azalma sağlanmaktadır (Hoffmann ve ark., 2006). Ancak mikrofiltrasyonda kullanılan gözenek büyüklüğü (0.8–1.4 mm) bazı bakterilerin membrandan geçişini önleyemediği için filtre edilen süt, ardından ısı işleme tabi tutulmakta ve bakteriyel spor formunda 8 log düzeyinde bir azalma sağlanmaktadır (Rysstad ve Kolstad, 2006).

Termal proseslerin sütteki etkisini ölçmede, sıcaklık-zaman indikatörleri kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak alkalın fosfotaz, lipaz, laktoperoksidaz gibi enzimler; laktoferrin, serum albumin ve immunoglobulin gibi asitte çözünebilir peyniraltı suyu proteinleri; laktuloz, HMF ve

furosin gibi Maillard reaksiyon bileşenleri verilebilir (Martin ve ark., 2005; Mayer ve ark., 2010; Lorenzan ve ark., 2011). Bu indikatörlerden peyniraltı suyu proteinleri ve enzimler düşük sıcaklık uygulaması sonucu oluşan Tip 1 reaksiyonlarının; Maillard reaksiyonu bileşenleri ise yüksek sıcaklık uygulaması sonucu oluşan Tip 2

reaksiyonlarının göstergesidir. Bu indikatörlerden bazılarının sütte bulunabilecek miktarları Uluslararası Sütçülük Federasyonu tarafından tanımlanmıştır. Bu tanımlama Çizelge 1.'de özetlenmiştir (Claeys ve ark., 2002; Claeys ve ark., 2004; Clawin-Rädecker ve ark., 2000; Mayer ve ark., 2010).

Çizelge 1. Sütte izin verilen furosin ve  $\beta$ - Laktoglobulin miktarları

Table 1. The limits of furosine ve  $\beta$ -Lactoglobulin in milk

Süt Çeşitleri Milk Types	Furosine (mg L <sup>-1</sup> süt) (en az) Furosine (mg L <sup>-1</sup> milk) (min)	$\beta$ -Laktoglobulin (mg 100g <sup>-1</sup> protein) (en çok) $\beta$ -Lactoglobulin (mg 100g <sup>-1</sup> protein)(max)
Pastörize süt Pasteurized milk	8	2600
HTST pastörize süt HTST Pasteurized milk	20	2000
UHT süt UHT milk	250	50

ESL sütün tanımlanmasında olduğu gibi bu tip bileşen limitlerinin belirlenmesinde de herhangi bir netlik yoktur; ancak ESL sütte  $\beta$ -Laktoglobulin > 1800 mg/L; furosine < 12 mg/100 g protein ve laktuloz < 30 mg/L olması gerektiği konusunda öneriler bulunmaktadır (Dyck, 2004; Gallmann ve ark., 2001; Mayer ve ark., 2010). Bu çalışmada amaç, içme sütü üretiminde ESL teknolojisinin uygulanabilirliğini incelemek ve bu teknolojiyi diğer ısı işlemlere göre ve kendi içinde değerlendirmektir.

#### ESL Süt Üretim Teknolojisi

##### MF-KSYS uygulaması

Bu uygulama, ESL süt üretiminde en çok kullanılan yöntemdir. Mikrofiltrasyon; gözenek çapı 0.2-2  $\mu$ m arasında değişen genellikle seramik membranlar yardımıyla akışkanı oluşturan bileşenlerin basınç farkından yararlanarak partikül büyüklüğüne göre ayrıştırılması işlemidir. Süt bileşenlerinden yağ globüllerinin partikül çapının, süttten MF ile ayrıştırılmak istenilen mikroorganizma ve sporların partikül

boyutuna yakın olması sebebiyle MF uygulamasında kullanılacak sütün yağsız süt olması gereklidir. Bu sebeple MF-KSYS uygulamasında Şekil 1'de de görüldüğü gibi ilk önce süt separatörde krema ve yağsız süt olmak üzere 2 kısma ayrılmaktadır. Ardından yağsız süt MF ile içerisinde bakterilerin, sporlarının ve kazeinin bulunduğu 'Retantat' veya 'Konsantrat' ve içerisinde PAS proteinleri ile laktoz ve minerallerin bulunduğu 'Permeat' veya 'Filtrat' adı verilen 2 kısma ayrılmaktadır. Retantat; molekül ağırlığı 200 kDa'dan fazla olan ve MF membranlarından geçemeyen kısımdır. Permeat ise membrandan geçebilen kısımdır. Retantat ve süt tipine (Tam yağlı/Yağsız) göre ilave edilecek krema 120-130°C arasında 4 - 6 sn'lik bir sıcaklık uygulamasına tabi tutulmaktadır (Rosenberg, 1995). Daha sonra bu karışıma MF ile ayrılan permeat ilave edilmekte ve 55°C'de homojenize edilmektedir. 72°C'de 15 sn'lik pastörizasyonun ardından hijyenik koşullarda partiküler hava ile temizlenmiş paketleme sistemlerinde paketlenmektedir (Henyon, 1999).

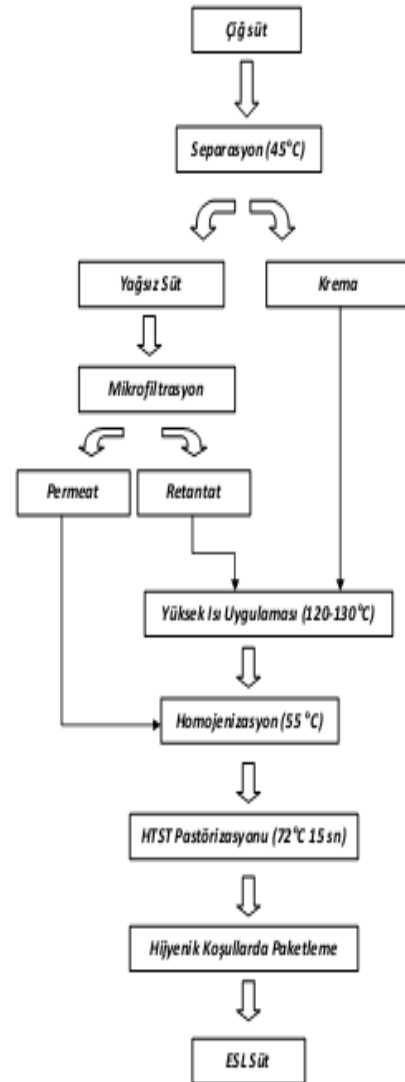
MF uygulaması endüstriyel anlamda ilk defa 1980'lerde peynir üretiminde kullanılmıştır. Sert ve yarı sert peynir üretiminde teknolojik sorunlara sebep olan *Clostridium tyrobutricum* sporlarını uzaklaştırmada bu teknolojiyen yararlanılmıştır (Puhan, 2000).

MF ile sütteki toplam bakteri içeriğinde 4 log düzeyinde azalış gözlemlenirken, spor formunda 2-3 log düzeyinde azalış gözlemlenmektedir. Her ne kadar MF, mikrobiyolojik açıdan sütte önemli düzeyde bir azalma sağlasa da depolama süresi boyunca sütte patojenik mikroorganizmaların gelişmesi önemli bir risk oluşturmaktadır. Bu sebeple MF ancak bir ısı işlemle birlikte kullanıldığında sütün raf ömrünün uzatılmasında fayda sağlamaktadır (Fernández García ve Riera Rodríguez, 2014).

Schmidt ve ark., (2012) farklı sıcaklıklarda depolanan (4, 8 ve 10°C) depolanan ESL sütte Gram(-) bakterilerin belirgin bir şekilde geliştiği ve bununla beraber patojen karakterde olan *Paenibacillus* cinsi ile *Bacillus cereus* türü bakterilerin spor formlarına da rastlandığı belirtmektedir. Duyusal olarak değerlendirildiğinde ESL sütün pastörize süt ile birbirine yakın tada sahip olduğu ancak UHT sütün ise bariz bir şekilde farklı tada sahip olduğu belirtilmektedir. Ayrıca depolama süresi uzadıkça ESL süt ile pastörize sütün yakın tada sahip olduğu bildirilmektedir (Grabowski ve ark., 2012).

Lorenzen ve ark., (2011) yapmış oldukları çalışmada besinsel içeriği (yağ, protein ve kuru madde içeriği) açısından mikrofiltrasyonla üretilen ESL sütün, pastörize ve UHT süte göre önemli derecede farklılık göstermediğini ve birbirine yakın değerlere sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak vitamin içeriği bakımından kıyaslandığında farklı yöntemlerle üretilen bu sütün önemli düzeyde farklılık gösterdiği

belirtilmektedir. Aynı çalışmada yapılan duyu testlere göre; tatlılık yönünden UHT süt ile pastörize sütün birbirine yakın değerlere sahip olduğu ve MF-KSYS süttten daha yüksek değerler aldığı belirtilmektedir. Ayrıca MF-KSYS sütte pişmiş ve yabancı tat diğerlerine göre daha az oranda tespit edilmiştir. Schmidt ve ark., (2012) çalışma sonuçlarından farklı olarak bu çalışmada depolama boyunca sütün duyu özelliklerinde dikkate değer bir farklılık gözlemlenmediği belirtilmektedir.



Şekil 1. MF-KSYS uygulaması ile ESL süt üretim aşamaları

Figure 1. ESL milk production by MF-HTST treatment

#### Baktöfugasyon - KSYS Uygulaması

Baktöfugasyon, yüksek hızda santrifüj kuvveti yardımıyla 55-60°C sıcaklıkta sütteki bakterilerin önemli bir kısmının uzaklaştırılması işlemidir. Bakteri hücrelerinin özellikle de bunların spor formlarının yoğunluğu, sütün yoğunluğundan daha fazla olduğu için (Yağsız süt: 1.036 g cm<sup>-3</sup>; bakteriler: 1.07 – 1.13 g cm<sup>-3</sup>) bu tip hücreler süttten merkezi bir kuvvetle kolaylıkla uzaklaştırılabilmektedir. Böylece süt bakteri hücreleri ve sporlarınca zengin ve fakir olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Bakteri hücreleri ve sporlarınca zengin olan kısım uzaklaştırıldıktan sonra geriye kalan kısım 55°C'de homojenizasyona tabi tutulmaktadır. Son olarak 72°C'de 15 sn'lik bir KSYS uygulamasının ardından son derece hijyenik koşullarda paketlenmektedir (Faccia ve ark., 2013).

Süte bir kez baktöfugasyon işlemi uygulandığında sütte %60-85 oranında bakteriyel azalma gözlenirken; iki kez uygulandığında ise %95 oranında bir azalma sağlandığı bildirilmektedir (De Noni ve ark., 2007; Faccia ve ark., 2013). Bu uygulama sütün raf ömrünü ekstra 2-3 gün daha uzatabilirken, uygulanacak pastörizasyon sıcaklığının düşmesine bağlı olarak sütün duysal kalitesinin artmasına katkıda bulunmaktadır (Guizani, 2007). Bu sebeple, baktöfugasyon diğer ESL süt üretim metotlarına göre daha az kullanılmaktadır. Baktöfugasyonla ayrılan ve sisteme giren sütün %3'ünü oluşturan baktöfugat 130-140°C'de 3-4 sn ısıtılma tabi tutularak steril edilmektedir (Anonim, 2016). Steril edilen baktöfugat, tekrar süt üretim hattına ilave edilebilmektedir. Böylece baktöfugat ayrılmasından kaynaklanabilecek protein içeriğinde, kuru madde içeriğinde ve toplam hacimde oluşabilecek azalmalar önlenmektedir (Scott ve ark., 1988).

Bu uygulama ile üretilen süt, UHT içme sütü gibi tamamen mikroorganizmalarından arındırılmış değildir. İçerisinde ısıya dirençli bazı mikroorganizmaları ve bazı bakterilerin spor formlarını da barındırabilmektedir. Bu sebeple baktöfugasyonla üretilen sütler, pastörize sütler gibi bu bakterilerin gelişerek sütte bozulmaya sebep olabileceği sıcaklık derecesinin (7°C) altında muhafaza edilmelidir (Walstra ve ark., 1999).

Baktöfugasyon endüstriyel anlamda çoğunlukla peynir üretiminde ve süt tozu üretiminde kullanılmaktadır (White ve ark., 2008; Papachristou ve ark., 2006). Pastörizasyonla üretilen sütlerde; özellikle *Clostridium tyrobutyricum* gibi basil formda, ısıya dirençli mikroorganizmaların spor formları bulunabilmektedir ve uygun şartlar sağlandığında bu sporlar gelişerek vejetatif hücrelere dönüşebilmektedir. Bu mikroorganizmaların preteolitik ve lipolitik aktiviteleri sonucunda bu tip sütlerden elde edilen peynirlerde teknolojik ve hijyenik sorunlar oluşmaktadır. Bu tip sorunları önlemek için ise ön işlem olarak süte baktöfugasyon uygulanmakta ve bu mikroorganizma sporlarının uzaklaşması sağlanmaktadır (Ayar ve Özdemir, 2002; Kolhe ve ark., 2009). İçme sütünden *Bacillus cereus* gibi mikroorganizmaların spor formlarının uzaklaştırılmasında peynir üretiminde olduğu gibi bu uygulamadan yararlanılmaktadır (Walstra ve ark., 1999).

#### VEA-KSYS Uygulaması

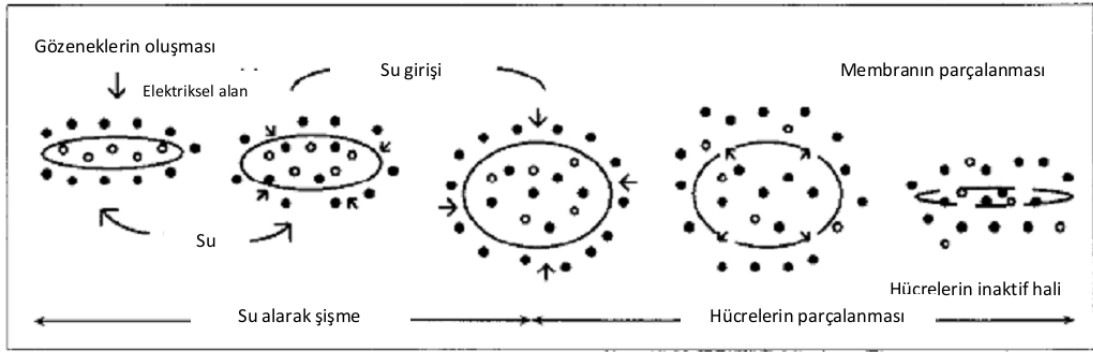
Vurgulu elektriksel alan, ısıtılma işleminin etkisini azaltarak sütün raf ömrünü uzatmaya dayalı bir yöntemdir. Bu işlemde, süt önce 72°C'de 15 sn'lik bir KSYS işlemine tabi tutularak pastörize edilmektedir. Daha sonra pastörize süt 2.3 µs genişliğindeki vurgular ile 35 kV/cm'lik elektriksel alandan geçirilmektedir. Bu uygulamada, 2 elektrot

arasında oluşan elektriksel alanın mikroorganizmalar üzerindeki inaktive edici etkisinden yararlanılmaktadır. Bu yöntemle sütün raf ömrü 44 güne kadar uzatılabilmektedir (Sepulveda ve ark., 2005). Bu uygulamanın toplam enerji tüketimi mikroorganizma çeşidine ve gıdanın mikrobiyal yüküne bağlı olarak litre başına 107–201 kJ iken; KSYS uygulamasının toplam enerji tüketiminin litre başına 300 kJ olduğu belirtilmektedir (Fernández-Molina ve ark., 2005). Ayrıca VEA uygulaması ısı uygulamalarıyla birlikte kullanıldığında enerji sarfiyatının, VEA uygulamasının tek başına uygulandığı duruma kıyasla daha az olduğu belirtilmektedir (Rowan ve ark., 2000).

VEA uygulaması ilk kez 1900'lerde tasarlanmış ve gıdalarda ilk uygulaması süt üzerinde denenmiştir. Beattie and Lewis (1925), Fetterman (1928), Getchell (1935) gibi birçok araştırmacı farklı zamanlarda farklı voltajlarda elektrik akımı kullanarak

sütteki mikroorganizmaları uzaklaştırmayı denemişlerdir. VEA uygulaması, elektriksel alan gücü ve elektrik atılımı sayısına bağlı olarak mikroorganizmalar üzerinde etkili olmaktadır (Bendicho ve ark., 2002). Elektriksel alana maruz bırakılan mikroorganizmaların hücre membranlarının geçirgenliği artmaktadır. Bunun sonucu olarak Şekil 2'de de görüldüğü gibi hücre su alarak şişmekte ve parçalanmaktadır (Vega-Mercado ve ark., 1997).

VEA uygulamasının sadece vejetatif hücreler üzerinde etkisinin bulunduğu, spor formları üzerinde ise herhangi bir etkisinin olmadığı (Grahl ve Märkl, 1996), Gram (-) bakterilerin Gram (+) bakterilere göre daha duyarlı olduğu ve mikroorganizmaların logaritmik artış evresinde VEA uygulamasına daha duyarlı oldukları bildirilmiştir (Wouters ve ark., 1999; Rodrigo ve ark., 2001; Picart ve ark., 2002).



Şekil 2. VEA ile hücre inaktivasyonu

Figure 2. Cell inactivation by pulsed electric field

Yu ve ark. (2009), VEA uygulamasının patojen mikroorganizmalarda 5 log düzeyine kadar azalma sağladığı, bu uygulama ısıl işleme oranla protein, vitamin gibi sıcaklığa duyarlı bileşenlerinde daha az zarara neden olduğu tespit etmişlerdir. Bendicho ve ark. (2012), ise tiamin, riboflavin, tokoferol gibi vitaminlerin VEA uygulamasından

etkilenmediğini, askorbik asidin ise önemli düzeyde etkilendiğini bildirmiştir. Qin ve ark. (1995), VEA - pastörizasyon uygulaması ile üretilen sütler ile yalnızca pastörizasyonla üretilen sütler arasında duyuşal açıdan önemli bir fark olmadığını belirtmektedirler.

Sepulveda-Ahumada ve ark. (2000), VEA uygulaması ile üretilen süttten, farklı sıcaklık



dereceleri ve süre normları uygulanarak üretilen pastörize sütte (63°C-30 dk / 72°C-15 dk) ve çiğ sütte elde edilen peynirlerin tekstürel özelliklerini incelemiştir. VEA uygulaması ve pastörizasyonla üretilen sütte elde edilen peynirlerin; sertlik, yapışkanlık, esneklik özellikleri açısından birbirlerine yakın olduğunu, ancak VEA uygulaması ile üretilen sütte elde edilen peynirlerin çiğ sütte üretilen peynirlerden belirtilen tekstürel özellikler açısından daha yüksek değerlere sahip olduğunu belirtmektedir.

#### *YHB Uygulaması*

Yüksek hidrostatik basınç uygulaması, gıdanın genellikle oda sıcaklığında 2-30 dk süre ile 300-600 MPa olarak değişen basınca maruz bırakılmasıdır (Datta ve Deeth, 1999). Böylece gıdanın mikrobiyal yükü azaltılarak raf ömrü uzatılmaktadır. Isıl işlemlere göre bu yöntemin gıdada yapısal bozulma oluşturma etkisi ile gıdanın bileşenleri üzerine olumsuz etkisinin düşük olduğu, ayrıca bu işlemin kovalent olmayan bağlar içeren büyük moleküller (proteinler, polisakkaritler vb.) üzerinde daha çok etki oluşturduğu bildirilmektedir. Daha çok kovalent bağlar içeren vitaminler, renk ve aroma bileşenleri gibi küçük moleküllerin ise YHB uygulamasından daha az etkilendiği belirtilmektedir (San Martín ve ark., 2002).

Yüksek basınç uygulamasının mikroorganizmaların vejetatif formları üzerindeki etkisi ilk önce hücre membranında görülmektedir. Yüksek hidrostatik basınç, hücre membranında bulunan protein gibi makromolekülleri etkilemesi sonucu hücre membranı zarar görmektedir. Ardından membranda bulunan ATPaz enziminin inaktif hale geçmesiyle hücre canlılığı için son derece önemli olan nükleik asit ve ribozom sentezi durmaktadır.

Sonuçta bu zincirleme olaylar bakteri hücrelerinin canlılığını kaybetmesine sebep olmaktadır. Genel olarak yüksek hidrostatik basınca Gram (-) bakteriler Gram (+) bakterilere göre daha duyarlı, çubuk şeklindeki bakteriler koklara göre daha duyarlı olduğu savunulmaktadır. Gram (+) ve (-) bakteriler arasındaki bu duyarlılık farkının hücre duvarını güçlendiren teikoik asitten kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca gelişiminin log fazında olan bakterilerin yüksek hidrostatik basınca daha duyarlı olduğu saptanmıştır. Bunların dışında maya ve küflerin duyarlılığı ise bakterilere göre daha yüksektir (Conside ve ark., 2008). Bakterilerin spor formlarının YHB'ye dayanıklı oldukları ve 1200 MPa basınca kadar canlılıklarını sürdürebildikleri tespit edilmiştir. Ayrıca düşük basınç uygulamalarının (60 - 100 MPa) sporların gelişimine pozitif yönde katkıda bulunduğu savunulmaktadır (San Martín ve ark., 2016). Sporların basınca en dayanıklı mikroorganizma olmasının sebebi yapılarındaki kalsiyumca zengin dipikolinik asitten kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu asit hücre çoğalmasının bir göstergesi olup basıncın etkisiyle hücreden uzaklaşarak hücreyi korur (Smelt, 1998).

Bu prosesin en büyük avantajı; ürünün yapısından ve zamandan bağımsız olarak homojen bir şekilde uygulanabilirliğidir. Bu yüzden gıda endüstrisinde hem katı hem de sıvı gıdalar için geniş kullanım alanı oluşturmaktadır. Genellikle bu uygulama sınırlandırılmış bir alanda gıda üzerine basıncın izostatik olarak bir sıvı yardımıyla iletilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Basıncın iletilmesini sağlayan sıvı ortam olarak genellikle su kullanılmakta ve bu sıvı gıdaya temas etmemektedir. Bir YHB prosesi basınç odası, basınçlandırma sistemi, sıcaklık kontrol sistemi, ürün işleme cihazı olmak

üzere 4 kısımdan oluşur (San Martín ve ark., 2002).

Bu uygulamanın temelinde 2 farklı prensip vardır. Birincisi etkiye tepki mekanizmasında dayanan Le Chatelier prensibidir. YHB sisteminde dışarıdan sisteme verilen etki basınçtır, sistemin bu etkiyi azaltıcı yöndeki tepkisi ise hacmin azaltarak yoğunluğu arttırmaktır. Böylece hücrelerin kimyasal dengesi (pH düşüşü, protein denatürasyonu gibi) değişerek zarar görmektedir. Diğer ise basıncın aniden ve homojen olarak dağılması anlamına gelen izostatik etkidir (Chawla ve ark., 2009). Ayrıca bu uygulama adyabatik bir süreci de kapsar. Gıdaya basıncın uygulanmasıyla birlikte gıdada görülen sıcaklık artışı basıncın kaldırılmasıyla birlikte elimine edilir. Kısaca gıda ile ortam arasında herhangi bir sıcaklık alışverişi gerçekleşmez (Considine ve ark., 2008).

YHB uygulaması, termal bir proses olan pastörizasyon teknolojisiyle karşılaştırıldığında; inek ve keçi sütündeki çözünür kalsiyum, fosfor ve magnezyum oranını bu uygulamanın (400 MPa, 10 dk) pastörizasyona (85°C, 30 dk) göre daha çok arttırdığı tespit edilmiştir. YHB uygulaması ısı uygulamasıyla birlikte kullanıldığında (300 MPa, 75 °C, 30 dk) ise bu mineral madde oranlarının yalnızca ısı uygulamasıyla üretilen sütlerden yüksek, yalnızca YHB uygulamasıyla üretilen sütlerden ise düşük olduğu tespit edilmiştir (De Le Fuente ve ark., 1999).

Amador-Espejo ve ark. (2014) farklı sıcaklık ve basınç uygulamaları üretilen süt örnekleriyle ile UHT ve çiğ süt örneklerini renk özellikleri bakımından kıyaslamışlar ve L\* değerinin çiğ sütte en düşük olduğunu tespit etmişlerdir. UHT ve YHB kombinasyonu ile üretilen sütlerin ise L\* (Açıklık-Koyuluk Eksen Değeri) değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Renk

parametrelerinden a\* (Kırmızı-Yesil Eksen Değeri) değerinin, çiğ süt ve UHT sütte birbirine yakın olduğu, YHB-ısı uygulamasıyla üretilen sütlerin a\* değerinin ise diğer süt örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir renk parametresi olan b\* (Sarı-Mavi Eksen Değeri) değerinin ise basınç uygulamasıyla azaldığı belirtilmektedir. Duyusal özellikleri açısından değerlendirildiğinde ise UHT süt örnekleri ile YHB-ısı uygulaması ile üretilen süt örnekleri istatistikî açıdan arasında önemli bir fark gözlemlenmemiştir (P<0.05), ancak YHB-ısı uygulaması ile üretilen süt örneklerinde pişmiş ve tuzlu tadın daha az algılandığı belirtilmektedir.

## Sonuçlar

Beslenmede protein, karbonhidrat, yağ, mineral maddeler ve vitaminler gibi pek çok önemli fonksiyona sahip bileşenleri içeren sütün sağımından tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen süreçte besinsel özelliklerinin korunması, hijyenik koşullarda işlenmesi ve muhafazası önemli bir husustur. Tüm bu şartları sağlamak için günümüzde ısı işlem kaçınılmaz bir uygulamadır. Ancak, bu uygulamanın proses parametrelerine bağlı olarak düşük düzeyde de olsa sütün duyusal ve besinsel kalitesi açısından olumsuz sonuçlar doğurabileceği yönünde bulgular mevcuttur. Bu sebeple daha iyi bir ürün elde etme amacıyla yeni tekniklerin geliştirilmesi hem gıda sanayi hem de tüketiciler açısından önemlidir. Her ne kadar uygulama çeşidine bağlı olarak kendi içerisinde üretim kapasitesi, sürekliliği, kurulum maliyeti, pazar payı gibi dezavantajları bulunsa da ESL sütün üretim teknolojisi gelecek vadede bir tekniktir. Duyusal ve besinsel özellikler açısından daha iyi bir ürün oluşturabilme kapasitesine sahip olan bu tekniğin eksiklikleri giderildiğinde, diğer teknolojilerle

rekabet edebilecek düzeye gelecek ve endüstriyel anlamda kullanımı yaygınlaşacaktır. Bu savı geçmişten günümüze yeni ürün geliştirme adına yapılan çalışmalar da destekler niteliktedir. Tüm bu çalışmaların asıl amacı, tüketiciye taze ve dayanıklı bir ürün sunabilmektir. Bu noktada ülkemizde süt ve süt ürünleri sektörünün geliştirilmesi yönünde atılan adımları desteklemek, bunların uygulanabilirliğini arttırmak için çözümler üretmek ve bu konularda üretici ve tüketicileri bilgilendirmek gelecek için faydalı bir yatırım olacaktır.

### Kaynaklar

- Amador-Espejo, G.G., Suárez-Berencia, A., Juan, B., Bárcenas, M.E., Trujillo, A.J., 2014. Effect of moderate inlet temperatures in ultra-high-pressure homogenization treatments on physicochemical and sensory characteristics of milk. *Journal of dairy science*, 97 (2): 659-671.
- Anonim, 2016. <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=6140> Erişim Tarihi: 22.08.2016.
- Ayar, A., Özdemir, M., 2002. Konya'da Satılan Beyaz Peynirlerin Nitrat ve Nitrit İçerikleri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 16 (29): 84-87.
- Beattie, J.M., Lewis, F.C., 1925. The electric current (apart from the heat generated). A bacteriological agent in the sterilization of milk and other fluids. *The Journal of Hygiene*, 24 (2): 123-137.
- Bendicho, S., Barbosa-Cánovas, G.V., Martín, O., 2002. Milk processing by high intensity pulsed electric fields. *Trends in Food Science & Technology*, 13 (6): 195-204.
- Chawla, R., Patil, G.R., Singh, A.K., 2011. High hydrostatic pressure technology in dairy processing: a review. *J Food Sci Technol*, 48 (3): 260-268.
- Claeys, W.L., Van Loey, A.M., Hendrickx, M.E., 2002. Intrinsic time temperature integrators for heat treatment of milk. *Trends Food Sci. Technol.* 13 (9): 293-311.
- Claeys, W.L., Smout, C., Van Loey, A.M., Hendrickx, M.E., 2004. From time integrator kinetics to time temperature integrator tolerance levels: heat-treated milk. *Biotechnol. Prog.* 20 (1): 1-12.
- Clawin-Rädecker, I., Kiesner, C., Martin, D., 2000. Furosine and ribonucleosides: indicators for the heat treatment of milk. *Milchwissenschaft*, 55 (12): 679-682.
- Considine, K.M., Kelly, A.L., Fitzgerald, G.F., Hill, C., Sleator, R.D., 2008. High - pressure processing - effects on microbial food safety and food quality. *FEMS Microbiology Letters*, 281 (1): 1-9.
- Datta, N., Deeth, H.C., 1999. High pressure processing of milk and dairy products. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 54 (1): 41.
- De Le Fuente, M.A., Olano, A., Casal, V., Juárez, M., 1999. Effects of high pressure and heat treatment on the mineral balance of goats' milk. *Journal of Dairy Research*, 66 (1): 65-72.
- De Noni, I., Pellegrino, L., Cattaneo, S., Resmini, P., 2007. HPLC of proteose peptones for evaluating ageing of packaged pasteurized milk. *International Dairy Journal*, 17 (1): 12-19.
- Dyck B., 2004. Neue Marktchancen durch ESL-Technologie. *Dt. Molk. Ztg. (dmz)*, 20: 22-25.
- Faccia, M., Mastromatteo, M., Conte, A., Alessandro Del Nobile, M., 2013. Influence of the Milk Bactofugation and Natural Whey Culture on the Microbiological and Physico-Chemical Characteristics of Mozzarella Cheese. *Journal of Food Processing & Technology*, 4 (4): 1-7.
- Fernández-Molina J.J., Fernández-Gutiérrez S.A., Altunakar B., Bermúdez-Aguirre D., Swanson G.G., Barbosa-Cánovas G.V., 2005. The combined effect of pulsed electric fields and conventional heating on the microbial quality and shelf life of skim milk. *J Food Process Preserv*, 29: 390-406.
- Fetterman, J.C., 1928. The electrical conductivity method of processing milk. *Agricultural Engineering*, 9 (4): 107-108.
- Gallmann, P., Eberhard, P., Sieber, R., 2001. Vor- und Nachteile der ESL (Extended Shelf Life)-Milch. *Agrarforschung*, 8: 112-117.
- García, L.F., Rodríguez, F.R., 2014. Combination of microfiltration and heat treatment for ESL milk production: Impact on shelf life. *Journal of Food Engineering*, 128: 1-9.

- Getchell, B.E., 1935. Electric pasteurization of milk. *Agricultural Engineering*, 16 (10): 408–410.
- Grabowski, N.T., Ahlfeld, B., Brix, A., Hagemann, A., von Münchhausen, C., Klein, G., 2013. Similarities and differences among fluid milk products: traditionally produced, extended shelf life and ultrahigh-temperature processed. *Food Science and Technology International*, 19 (3): 235-241.
- Grahl, T., Märkl, H., 1996. Killing of microorganisms by pulsed electric fields. *Appl Microbiol Biotechnol*, 45 (1-2): 148-157.
- Guizani, N., 2007. Postharvest Handling of Milk. "Alınmıştır: Handbook of food preservation. (Ed) Rahman, M.S., CRC press, Boca Raton, 203-211pp.
- Gündoğdu, E., Yıldız H., Çakmakçı, S., 2012. Süt Bileşenleri Üzerine Isıl İşlemin Etkileri ve Besin Değeri Konusunda Değerlendirmeler. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1): 162-165.
- Henyon, D.K., 1999. Extended shelf-life milks in North America: a perspective. *International journal of dairy technology*, 52 (3): 95-101.
- Hoffmann, W., Kiesner, C., Clawin-Rädecker, I., Martin, D., Einhoff, K., Lorenzen, P. C., Meisel, H., Hammer, P., Suhren, G., Teufel, P., 2006. Processing of extended shelf life milk using microfiltration. *International journal of dairy technology*, 59 (4): 229-235.
- Kalkan, S., Halkman, K., 2006. Bacillus cereus ve İçme Sütünde Oluşturduğu Sorunlar. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 4 (1): 1-11.
- Kolhe, A.S., Ingale, S.R., Bhole, R.V., 2009. Effluent of dairy technology. *Shodh, Samiksha aur Mulyankan Int Res J*, 2 (5): 459-461.
- Lorenzen, P.C., Clawin-Rädecker, I., Einhoff, K., Hammer, P., Hartmann, R., Hoffmann, W., Martin, D., Molquentin, J., Walte, H.G., Devrese, M., 2011. A survey of the quality of extended shelf life (ESL) milk in relation to HTST and UHT milk. *International journal of dairy technology*, 64 (2): 166-178.
- Martin, D., Linxweiler, W., Tanzer, D., Vormbrock, R., Olt, R., Kiesner, C., Meisel, H., 2005. Use of the Reflectoquant® rapid tests for determination of thermal inactivation of the indigenous milk enzymes lipase, alkaline phosphatase and lactoperoxidase. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 101 (7): 281– 286.
- Mayer, H.K., Raba, B., Meier, J., Schmid, A., 2010. RP-HPLC analysis of furosine and acid-soluble  $\beta$ -lactoglobulin to assess the heat load of extended shelf life milk samples in Austria. *Dairy science & technology*, 90 (4): 413-428.
- Papachristou, C., Badeka, A., Chouliara, I., Kondyli, E., Kourtis, L., Kontominas, M.G., 2006. Evaluation of polyethylene terephthalate as a packaging material for premium quality whole pasteurized milk in Greece. *European Food Research and Technology*, 224 (2): 237-247.
- Picart, L., Dumay, E., Claude Cheftel, J., 2002. Inactivation of Listeria innocua in dairy fluids by pulsed electric fields: influence of electric parameters and food composition. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3 (4): 357–369.
- Puhan, Z., 2000. Dairy technology on the turn of the millennium. Zbornik Biotehniške Fakultete Univerze v Ljubljani. *Kmetijska Zootehnika*, 76 (2): 31-40.
- Qin, B.L., Pothakamury, U.R., Vega, H., Martin, O., Barbosa-Canovas, G.V., Swanson, G., Mermelstein, N., 1995. Food pasteurization using high-intensity pulsed electric fields. *Food Technology*, 49 (12): 55-60.
- Raynal-Ljutovac, K., Park, Y.W., Gaucheron, F., Bouhallab, S., 2007. Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68 (1): 207-220.
- Rodrigo, D., Martinez, A., Harte, F., Barbosa-Canovas, G.V., Rodrigo, M., 2001. Study of inactivation of Lactobacillus plan-tarum in orange-carrot juice by means of pulsed electric fields: comparison of inactivation kinetics models. *Journal of Food Protection*, 64 (2): 259–263.
- Rosenberg, M., 1995. Current and future applications for membrane processes in the dairy industry. *Trends in Food Science & Technology*, 6 (1): 12-19.
- Rowan N.J., MacGregor S J., Anderson J.G., Fouracre R.A., Farish O., 2000. Pulsed electric field inactivation of diarrhoeagenic Bacillus cereus through irreversible electroporation. *Lett Appl Microbiol*, 31: 110–114.
- Rysstad, G., Kolstad, J., 2006. Extended Shelf Life Milk—Advances in Technology.

- International *Journal of Dairy Technology*, 59 (2): 85-96.
- San Martín , M.F., Barbosa-Cánovas, G.V., Swanson, B.G., 2002. Food Processing by High Hydrostatic Pressure. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42 (6): 627-645.
- Schmidt, V.S., Kaufmann, V., Kulozik, U., Scherer, S., Wenning, M., 2012. Microbial biodiversity, quality and shelf life of microfiltered and pasteurized extended shelf life (ESL) milk from Germany, Austria and Switzerland. *International journal of food microbiology*, 154 (1): 1-9.
- Scott, R., Robinson, R.K., Wilbey, R.A., 1998. Cheesemaking Practice (3rd edition). *Kluwer Academic /Plenum Publishers*, New York, 132-133pp.
- Sepulveda-Ahumada, D.R., Ortega-Rivas, E., Barbosa-Cánovas, G.V., 2000. Quality aspects of cheddar cheese obtained with milk pasteurized by pulsed electric fields. *Food and bioproducts processing*, 78 (2): 65-71.
- Sepulveda, D.R., Góngora-Nieto, M.M., Guerrero, J.A., Barbosa-Cánovas G.V., 2005. Production of extended-shelf life milk by processing pasteurized milk with pulsed electric fields. *Journal of Food Engineering*, 67 (1): 81-86.
- Smelt, J.P.P.M., 1998. Recent advances in the microbiology of high pressure processing. *Trends in Food Science & Technology*, 9 (4): 152-158.
- Vega-Mercado, H., Martín-Belloso, O., Qin, B.L., Chang, F.J., Góngora-Nieto, M.M., Barbosa-Cánovas, G.V., Swanson, B.G., 1997. Non-thermal food preservation: Pulsed electric fields. *Trends in Food Science & Technology*, 8 (5): 151-157.
- Velioğlu Öğünç, A., Yalçın, A. S., 2011. Süt serumu proteinlerinin in vitro koşullardaki antioksidan etkileri. *Marmara Eczacılık Dergisi*, 15: 18-24.
- Walstra, P., Wouters, J.T.M., Geurts, T.J., 1999. Centrifugation. "Alınmıştır: Dairy Science and Technology, *CRC Press*. Boca Raton, 273-276pp.
- White, C.H., Kilara, A., Hui, Y.H., 2008. Manufacturing yogurt and fermented milks. R. C. Chandan (Ed.). "Alınmıştır: Basic Dairy Processing Principles. *John Wiley & Sons*, 77-79s.
- Wouters, P.C., Dutreux, N., Smelt, J.P.P.M., Lelieveld, H.L.M., 1999. Effects of pulsed electric fields on inactivation kinetics of *Listeria innocua*. *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (12): 5364-5371.
- Yu, L.J., Ngadi, M., Raghavan, G.S.V., 2009. Effect of temperature and pulsed electric field treatment on coagulation properties of milk. *Journal of Food Engineering*, 95 (1): 115-118

## TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

**Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Komisyon Başkanlığına**  
Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Osmanbey Kampüsü, Merkez, 63000, Şanlıurfa.

Makalenin Adı:

.....  
.....  
.....

Yazar(lar)ın Adı (makaledeki sırayla):

.....  
.....

Yazışma yapılacak yazarın Adı ve Adresi:

.....  
.....  
.....

TC Kimlik No:..... Telefon:..... İmza:.....  
E-mail: ..... Cep Telefonu: .....

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 basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını;
- Makalede bulunan metnin, şekillerin ve dokümanların diğer şahıslara ait olan Telif Haklarını ihlal etmediğini taahhüt ederler.

Buna rağmen yazarların veya varsa yazarların işvereninin

- Patent hakları;
- Yazar(lar)ın gelecekte kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı;
- Makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır. Bununla beraber yazar(lar) makaleyi çoğaltma, postayla veya elektronik yolla dağıtma hakkına sahiptir. Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasına Harran Tarım ve Bilimleri Dergisi yayımcı kuruluş olarak belirtilmesi ve Dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir. Atıf yapılırken Dergi Adı, Makale Adı, Yazar(lar)ın Adı, Soyadı, Cilt No, Sayı No ve Yıl verilmelidir.

Ben/Biz, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarca istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu taahhüt ederim/ederiz.

Ayrıca Ben/Biz makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanmadığımı taahhüt ederim/ederiz.

Yazarlar:

Adı Soyadı	T.C. Kimlik No	Kurum	Tarih	İmza

(Telif Hakkı Devri Formu tüm yazarlarca imzalanmalıdır. Değişik kuruluşlarda görev yapan yazarlar Telif Hakkı Devri Formunda Dergi Adı, Makale Adı ve Yazar Adları bölümleri doldurulmak şartıyla ayrı ayrı imzalayarak sunabilirler. Tüm imzalar orijinal olmalıdır. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi , Osmanbey Kampüsü, Merkez 63000, Şanlıurfa, adresine gönderilmelidir. )

## HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ

### Yayın İlkesi ve Yazım Kuralları

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi tarım alanındaki bilimsel çalışmalarını Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında olmak üzere yılda dört defa yayınlamaya devam etmektedir. Dergimize gönderilen makaleler Microsoft Office Word uyumlu programlarda hazırlanmalı ve Yayın Kurulu'na elektronik olarak ulaştırılmalıdır. Hakem eleştirileri (varsa) doğrultusunda düzenlenen makaleler en kısa sürede elektronik olarak Yayın Kurulu'na gönderilmelidir. Yayınlanmasına karar verilen eserlerin yazım kurallarında belirtilen son düzeltmeleri yapılmış şekli ile birlikte basım ücreti dekontu ve yazar(lar) tarafından imzalanmış telif hakkı devir sözleşmesi elektronik olarak Yayın Kurulu'na gönderilmelidir. Yayınlanmasına karar verilen eserlere yazar(lar)ca herhangi bir eklenti ya da çıkarma yapılamaz. Makale içerisinde dergi basıldığı haliyle görünen hataların sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayın Kurulundan kaynaklanan basım hataları için düzeltme yayınlanabilir.

### Makalenin İlk Sunuşu

1. Makale taslağı editöre ilk gönderilirken, tüm makale çift satır aralığında, kenar boşlukları; **sol, sağ, alt ve üst- 3 cm** bırakılarak, **A4 (210X297) formunda, Microsoft Word programında, Times News Roman** yazı karakterinde, **12 punto** düz metin olarak hazırlanmalıdır.
2. Her satıra ardışık olarak satır numarası verilmelidir.
3. Yazar(lar) makalenin ne türde bir yazı (**Araştırma makalesi, derleme, teknik not vb.**) olduğunu belirtmelidir.
4. Metin genel olarak **Giriş, Materyal ve Metot, Araştırma Bulguları ve Tartışma, Sonuçlar, Ekler** (Hangi kurumlar tarafından desteklendiği açıklanabilir; Araştırmaya yardımcı olan kişi veya kurumlar burada ifade edilebilir; Yüksek Lisans ve Doktora Tezinden türetilmiş ise belirtilebilir) ve **Kaynaklar** şeklinde olmalıdır.
5. Metin içerisinde kaynak gösterimi (**Yazar, yıl**) esasına göre yapılmalıdır. 2'den fazla yazarın bulunduğu kaynakların gösteriminde (**İlk yazarın soyadı ve ark., yıl**) kuralı uygulanmalıdır. Makale İngilizce olarak gönderilecekse (**İlk yazarın soyadı et al., yıl**) kuralı uygulanmalıdır. Örnek ; (Sinclair, 2010), (Çelik ve ark., 1995), (Mamay et al., 2015).

6. Metin içerisinde iki yazarlı bir kaynağın gösteriminde, metin Türkçe ise (**ilk yazar ve ikinci yazar, yıl**) kuralı uygulanmalıdır. Makale İngilizce gönderilecekse (**ilk yazar and ikinci yazar, yıl**) kuralı uygulanmalıdır. Örn; (Fidan ve Eriş, 1975), (Matthews ve Milroy, 2005), (Kashkuli and Eghtedar, 1976).
7. Metin içerisinde birden fazla kaynağa aynı anda atıf yapılacak ise; kaynaklar yayınlandıkları yıl dikkate alınarak sıralanmalıdır. Örn; (Gürsöz, 1993; Çelik, 2002; Akın ve ark., 2012), (Winkler et al., 1974; Ahmedullah and Himmelrick, 1990; Coombe and McCarthy, 2000).
8. **Öz:** Başlık sola yaslı olmalı, paragraf başında girinti verilmemelidir. Türkçe ve İngilizce olarak 250 kelimeyi aşmamalıdır. Türkçe ve İngilizce özlerin hemen altında **en fazla 5 adet** anahtar kelime bulunmalıdır.
9. Makalelerde fotoğraf, grafik, çizim vb. "**Şekil**" olarak, Tablolar ise "**Çizelge**" olarak ifade edilmelidir.
10. Çizelge ve Şekiller ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1. veya Çizelge 1.). "Şekil" ve "Çizelge" içerikleri **10 punto** ile hazırlanmalıdır.
11. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde, şekil başlıkları ise şekillerin altında yazılmalıdır.
12. Şekil ve Çizelge başlıklarının İngilizceleri, Türkçe başlığın hemen altında **italik** olarak yazılmalıdır. (Makale İngilizce olarak yazılmışsa, Şekil ve Çizelge başlıklarının Türkçe karşılıkları yazılmalıdır.) Örneğin;

Şekil 1. Araştırma bahçesinde tespit edilen ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve aylık yağış miktarı ortalaması değerleri (2007-2011 yılları ortalaması)

*Figure 1. The average temperature, average relative humidity and average monthly rainfall data detected in the research 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*

13. 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 yazılmalıdır.) Örneğin;

Çizelge 3. Denemede yer alan şeftali çeşitlerinin bazı pomolojik özellikleri

*Table 3. Some pomological properties of peach varieties*

Çeşitler <i>Varieties</i>	Meyve ağırlığı(g) <i>Fruit weight (g)</i>	Meyve eni (mm) <i>Fruit width (mm)</i>	Meyve boyu(mm) <i>Fruit length (mm)</i>	Çekirdek ağırlığı (g) <i>Kernel weight (g)</i>
Cardinal	78.19 f <sup>y</sup>	50.73 d	48.48 c	5.06 d
Cresthaven	129.58 b	61.69 bc	59.56 b	8.31 bc



14. Makale metni ve Çizelge-Şekil içerisinde bildirilen ondalık rakamlar, **nokta** ile ayrılmalıdır. (123.87; 0.987 vb.)
15. Makale yazımında “**Uluslararası Birim Sistemi**” (**SI**)’ye uyulmalıdır. Buna göre; g/l yerine **g l<sup>-1</sup>**, mg/l yerine **mg l<sup>-1</sup>** ya da **ppm** kullanılmalıdır. Yüzde ile belirtilen ifadeler açıklayıcı olmalıdır. Örneğin; %3 yerine **%3 (w/v)**, **%3 (v/v)**, **%3 (w/w)** şeklinde belirtilmelidir.
16. Kaynak gösterimi, aşağıda yer verilen örnekler esas alınmalı ve kısaltma yapılmadan verilmelidir.

**a. Kaynak dergi ise,**

Tek Yazarlı

Mamay, M., 2015. Nar Yaprakbiti [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)] 'nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki bulaşıklık haritası. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5 (3): 159-166.

İki Yazarlı

Çelik, Ş., Türkoğlu, H., 2007. Ripening of Traditional Örgü Cheese Manufactured with Raw or Pasteurized Milk: Composition and Biochemical Properties. *International Journal of Dairy Technology*, 60 (4): 253-258.

İkiden Fazla Yazarlı

İkinci, A., Mamay, M., Ünlü, L., Bolat, İ, Ercişli, S., 2014. Determination of Heat Requirements and Effective Heat Summations of Some Pomegranate Cultivars Grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau*, 56 (4): 131-138.

**b. Kaynak kitap ise,**

Metin, M., 2001. Süt Teknolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 802s.

**c. Kaynak kitaptan bir bölüm ise,**

Walstra, P., Van Vliet, T., Bremer, C.G.B., 1990. On the Fractal Nature of Particle Gels. “Alınmıştır: Food Polymers, Gels and Colloids. (Ed) Dickinson, E., The Royal Society of Chemistry, Norwich, UK, 369-382pp.

**d. Kaynak, yazarı bilinmeyen bir kaynak ise,**

Anonim, 2005. Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği, Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2005/19, Ankara.

Anonymous, 2015. Statistical data of FAO.

**e. Kaynak, kongre / sempozyum / konferans kitabı ise,**

Hayoğlu, İ., Çelik, Ş., Türkoğlu, H., 2010. Güneydoğunun vazgeçilmezi: Meyan Şerbeti. 1. Uluslararası Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 15- 17 Nisan, 1037-1038s. Tekirdağ.

**f. Kaynak Web sayfası ise,**

Anonim, 2014. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Shiraz>. Erişim tarihi: 15.07.2014

Anonymous, 2015. <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>. Access date: 01.01.2016.

**g. Kaynak Tez ise,**

Mamay, M., 2013. Şanlıurfa İli'nde Nar Bahçelerinde Harnup Güvesi [*Apomyelois ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)]'nin Popülasyon Gelişimi ve Bulaşıklık Oranının Belirlenmesi ile Mücadelesinde Çiftleşmeyi Engelleme (Mating Disruption) Tekniği'nin Kullanılması. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 146s.

**h. Kaynaklar alfabetik sıraya göre düzenlenmelidir. Atıf yapılan yazar(lar) tarafından yayınlanmış ikinci bir kaynağa atıf yapılmış ise yıl sırasına göre düzenleme yapılmalıdır. Örn;**

Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., **1985**. Conservation of Germplasm of *Vitis vinifera* L. in Turkey. 4th International Symposium of Grapevine Breeding, 13-18 April, 40-42p. Verona-ITALY.

Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., **1986**. Bağcılık Potansiyelinin Geliştirilmesi. Güneydoğu Anadolu Projesi Tarımsal Kalkınma Sempozyumu Bildirileri,18-21 Kasım, 211-229s. Ankara.

## Yayına kabul edilen makalelerin Son Düzeltmelerinde Dikkat Edilecek Hususlar

1. Makalenin Kenar boşlukları; **sol, sağ, alt ve üst- 3 cm** olmalıdır. Sayfa yapısı **A4 (21 cm\*29.7 cm)** kağıt ebatlarına uygun ayarlanmalıdır.
2. Yayına kabul edilen makaleler, **Calibri** yazı karakterine göre düzenlenip gönderilmelidir.
3. **Türkçe başlık 14 punto (koyu ve ortalı)** küçük harflerle (kelimenin ilk harfi büyük) ve düz yazılmalıdır. **İngilizce başlık 12 punto** ve ortalı yazılmalıdır.
4. Yazar isimleri 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)** yazılmalı ve adres satırının altına **sorumlu yazar e-posta adresi** belirtilmelidir.
5. Öz ile Anahtar kelimeler ve Abstract ile Keywords arasında **tek satır boşluk (10 punto, düz ve tek sütun)**; sorumlu yazar e-posta adresi satırı ile Öz arasında, Anahtar kelimeler ile İngilizce başlık arasında **iki boşluk** bırakılarak **(10 punto, tek satır, düz ve tek sütun)** yazılmalıdır. Öz, Anahtar kelimeler, Abstract, ve Keywords **paragraf yapılmadan koyu** yazılmalıdır. Anahtar kelimeler ve Keywords **düz ve sola dayalı** yazılmalıdır.
6. Keywords ile ana metin (Giriş) arasında **iki satır boşluk** bırakılmalıdır. Ana metin, giriş bölümünden itibaren **çift sütun ve sütun aralıkları 0.7 cm** olmalıdır. Metin yazımında **11 punto Calibri** yazı karakteri kullanılarak yazılmalı, satır başları ilk satır girintisi **0.5 cm** olmalıdır.
7. Metin ana başlıkları **11 punto Calibri (ilk harf büyük, koyu)** kullanılarak yazılmalıdır. Alt başlıklar **11 punto** ve **italik** yazılmalıdır. Metin ana başlıkları, metin başlangıcı ve sonunda olmak üzere 1' er boşluk bırakılmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde şekil başlıkları ise şekil altında **11 punto (asılı)**, ilk harfleri büyük yazılmalıdır.
8. Metin içerisinde ve Çizelge-Şekil başlıklarında **satır aralıkları 1.15** olmalıdır.
9. Çizelge-Şekillerden önce ve sonra **bir satır boşluk** bırakılmalıdır.
10. Yayınlanmasına karar verilen eserler, **sadece şekilsel olarak**, yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda yeniden düzenlenmeli, yazar(lar)ca **herhangi bir eklenti ya da çıkartma yapılmamalıdır**. Makale içerisinde, dergi basıldığı haliyle, görünen hataların sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayın Kurulundan kaynaklanan basım hataları için ise düzeltme yayınlanabilir.
11. **Eserlerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir**. Eserler bilim etiği ilkelerine uygun olarak hazırlanmalı, **gerekliyse Etik Kurul Raporu' nun kopyası eklenmelidir**.