



# Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Journal of Agricultural Faculty of Ege University (EJAR)



Yıl (Year) : 2021

Cilt (Volume) : 58

Sayı (Number) : 4

**EÜ Ziraat Fakültesi Adına Sahibi (Director):**

**Prof. Dr. Nedim KOŞUM**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekan  
(Dean, Faculty of Agriculture - Ege University)

**Baş Editör (Editor-in-Chief):**

**Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI**

**Yardımcı Editör (Associate Editor)**

**Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ**

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

**Prof. Dr. Necip TOSUN**

**Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU**

**İndeks Editörü (Index Editor)**

**Doç. Dr. Gülfem ÜNAL**

**Teknik Editör (Technical Editor)**

**Araş. Gör. Dr. Çağrı KANDEMİR**

**ISSN 1018-8851**

**e-ISSN 2548-1207**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TÜBİTAK/ULAKBİM, EBSCO Clarivate Analysis ve Zoological Record, DOAJ tarafından taranan uluslararası hakemli bir dergidir.

The Journal of Ege University Faculty of Agriculture is abstracted and indexed in CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TÜBİTAK/ULAKBİM, EBSCO, Clarivate Analysis Master Journal List, Zoological Record and DOAJ

Dergimize yaptığınız atıflarda **"Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg."** kısaltması kullanılmalıdır.

The title of the journal should be cited as **"Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg."**

## Konu Editörleri (Section Editors)

**Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI**

**Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ**

**Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ**

**Doç. Dr. Murat KILIÇ**

**Doç. Dr. Zerrin KENANOĞLU BEKTAŞ**

**Doç. Dr. Emine MALKOÇ TRUE**

**Doç. Dr. Deniz EROĞUL**

**Doç. Dr. Arzu YAZGI**

**Doç. Dr. Ali Rıza ONGUN**

**Doç. Dr. Sıdıka EKREN**

**Bitki Koruma**

(Plant Protection)

**Zootekni**

(Animal Science)

**Süt Teknolojisi**

(Dairy Technology)

**Tarımsal Yapılar ve Sulama**

(Agricultural Structures & Irrigation)

**Tarım Ekonomisi**

(Agricultural Economics)

**Peyzaj Mimarlığı**

(Landscape Architecture)

**Bahçe Bitkileri**

(Horticulture)

**Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği**

(Agricultural Machinery & Technologies)

**Toprak Bilimi ve Bitki Besleme**

(Soil Science & Plant Nutrition)

**Tarla Bitkileri**

(Field Crops)

**Yayın Tarihi: 21.12.2021**

**Yazışma Adresi**

(Correspondence Address)

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, 35100 Bornova, İzmir, TÜRKİYE

**e-mail:** [ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr](mailto:ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr) – [ziraatbasinyayin@gmail.com](mailto:ziraatbasinyayin@gmail.com)

**Baskı:** Ege Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, Bornova – İZMİR, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 18679

**Danışma Kurulu**  
(Advisory Board)

**Nedim KOŞUM**, Ege University, TURKEY  
**Uygun AKSOY**, Ege University, TURKEY  
**Eftal DÜZYAMAN**, Ege University, TURKEY  
**Tanay BİRİŞÇİ**, Ege University, TURKEY  
**Vedat CEYHAN**, Ondokuz Mayıs University, TURKEY  
**Belgin ÇAKMAK**, Ankara University, TURKEY  
**Vedat DEMİR**, Ege University, TURKEY  
**Fikret DEMİRCİ**, Ankara University, TURKEY  
**Mehmet Rüştü KARAMAN**, Ankara University, TURKEY  
**Orhan KURT**, Ondokuz Mayıs University, TURKEY  
**Barbaros ÖZER**, Ankara University, TURKEY  
**Banu YÜCEL**, Ege University, TURKEY

**Uluslararası Danışma Kurulu**  
(International Advisory Board)

**Boris BILCIK**, Slovak Academy of Sciences, SLOVAKIA  
**Alexander S. KONSTANTINOV**, USDA National Museum of Natural History, USA  
**Lenka KOURİNSKA**, Czech University of Science, PRAGUE  
**Timur MOMOL**, University of Florida, USA  
**Mirela Mariana NICULESCU**, University of Craiova, ROMANIA  
**Janusz PIECHOCKI**, Warmia and Mazury University in Olsztyn, POLAND  
**Anne Alison POWELL**, University of Aberdeen, SCOTLAND  
**Roman ROLBIECKI**, University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, POLAND  
**Evangelia N. SOSSIDOU**, National Agricultural Research Foundation, GREECE  
**Ajit SRIVASTAVA**, Michigan State University, USA  
**Dietrich STEFFENS**, Justus-Liebig-Universität Gießen, GERMANY  
**Barbara SZULCZEWSKA**, Warsaw University of Life Sciences, POLAND  
**Terrence THOMAS**, North Carolina A&T State University, USA

**Bilimsel Hakem Kurulu**  
(Scientific Advisory Board of This Issue)

Dergimizde 2021 yılında değerlendirmesi tamamlanan makalelerimizde,  
değerli katkılarını esirgemeyen hakemlerimize sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Dr. Öğr. Üyesi	Abdullah GÜLLER	Bingöl Üniversitesi	BİNGÖL
Doç. Dr.	Adnan UĞUR	Ordu Üniversitesi	ORDU
Prof. Dr.	Ahmet ALÇİÇEK	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Ahmet AYGÜN	Kocaeli Üniversitesi	İZMİR
Dr.	Ahmet HATİPOĞLU	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Ali Kemal BİRGÜCÜ	Isparta Uygulamalı Bilimler Ün	ISPARTA
Doç. Dr.	Ali Rıza ONGUN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Arda AYDIN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Doç. Dr.	Arif ATAK	Atatürk Bahçe Kültürleri Mrk. Arş. Ens.	YALOVA
Doç. Dr.	Arif SEMERCİ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Dr. Öğr. Üyesi	Aslı AKPINAR	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	MANİSA
Doç. Dr.	Aslıhan DEMİRDÖVEN	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	TOKAT
Prof. Dr.	Aydın ÜNAY	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Prof. Dr.	Aysun PEKŞEN	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Doç. Dr.	Ayşe KALAYCI ÖNAÇ	İzmir Katip Çelebi Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Bekir ŞAN	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	ISPARTA
Dr. Öğr. Üyesi	Bengü EVEREST	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Dr.	Berken ÇİMEN	Çukuroava Üniversitesi	ADANA
Prof. Dr.	Can ERTEKİN	Akdeniz Üniversitesi	ANTALYA
Prof. Dr.	Can UZMAY	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Canan Fisun ABAY	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Celile ÖZÇİÇEK DÖLEKOĞLU	Adana Alpaslan Türkeş Bil. ve Tek. Üni.	ADANA
Doç. Dr.	Cem KARAGÖZLÜ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. Öğr. Üyesi	Cenap YILMAZ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ESKİŞEHİR
Dr. Öğr. Üyesi	Ceren SELİM	Akdeniz Üniversitesi	ANTALYA
Doç. Dr.	Çiğdem COŞKUN HEPCAN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Çiğdem KILIÇASLAN	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Prof. Dr.	Çiğdem TAKMA	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. Öğr. Üyesi	Çisem BULUT ALBAYRAK	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Dr. Öğr. Üyesi	Deniz ÇOLAKKADIOĞLU	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	OSMANİYE

Doç. Dr.	Doğan NARİNÇ	Akdeniz Üniversitesi	ANTALYA
Doç. Dr.	Ebru ERSOY TONYALOĞLU	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Prof. Dr.	Ekrem ATAKAN	Çukurova Üniversitesi	ADANA
Prof. Dr.	Emine BAYRAM	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Erdoğan GÜNEŞ	Ankara Üniversitesi	ANKARA
Prof. Dr.	Erhan Vecdi KÜÇÜKERBAŞ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Erkan GÖNÜLÖL	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Doç. Dr.	Fatih Mehmet YILMAZ	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Prof. Dr.	Fatih ŞEN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Fatma AYKUT TONK	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Feran AŞUR	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	VAN
Dr. Öğr. Üyesi	Ferhat TÜRKMEN	Ordu Üniversitesi	ORDU
Prof. Dr.	Ferit ÇOBANOĞLU	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Doç. Dr.	Fulsen ÖZEN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Funda ATILA	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	KIRŞEHİR
Dr. Öğr. Üyesi	Funda GENÇLER	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	MANİSA
Prof. Dr.	Gamze SANER	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Göksel ARMAĞAN	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Dr. Öğr. Üyesi	Gülşay ZULKADİR	Mersin Üniversitesi	MERSİN
Prof. Dr.	Gürkan Alp Kağan GÜRDİL	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Prof. Dr.	H. Hüsnü KAYIKÇIOĞLU	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Hakan ÇELİK	Bursa Uludağ Üniversitesi	BURSA
Prof. Dr.	Hakan GEREN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Halil İbrahim OĞUZ	Nevşehir Hacı Bektaş Üniversitesi	NEVŞEHİR
Prof. Dr.	Halil ÜNAL	Bursa Uludağ Üniversitesi	BURSA
Prof. Dr.	Handan AÇIKGÖZ	Akdeniz Üniversitesi	ANTALYA
Dr. Öğr. Üyesi	Harun HURMA	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Doç. Dr.	Harun KESENKAŞ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Harun YALÇIN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. Öğr. Üyesi	Hasan DEMİRKAN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr.	Hatice GEREN	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü	İZMİR
Prof. Dr.	Hidayet OĞUZ	Necmettin Erbakan Üniversitesi	KONYA
Dr. Öğr. Üyesi	Hilal Betül KAYA AKKALE	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	MANİSA
Doç. Dr.	Işık SEZER	Atatürk Üniversitesi	ERZURUM
Prof. Dr.	İbrahim YILDIRIM	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	VAN
Prof. Dr.	İnanç ÖZGEN	Fırat Üniversitesi	ELAZIĞ
Prof. Dr.	İsa TELCİ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	ISPARTA

Dr. Öğr. Üyesi	Kemal KEMAHLIOĞLU	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Koray ÖZRENK	Siirt Üniversitesi	SİİRT
Doç. Dr.	Levent MERCAN	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN
Doç. Dr.	M. Tolga ESETLİLİ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Mahmut ELP	Kastamonu Üniversitesi	KASTAMONU
Doç. Dr.	Mahmut TEPECİK	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Mehmet ÇETİN	Kastamonu Üniversitesi	KASTAMONU
Prof. Dr.	Mehmet Emin ÇALIŞKAN	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	NİĞDE
Dr. Öğr. Üyesi	Mehmet Settar ÜNAL	Şırnak Üniversitesi	ŞIRNAK
Dr.	Mehmet ULAŞ	İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü	İZMİR
Dr. Öğr. Üyesi	Merve ERSOY MİRİCİ	Bursa Teknik Üniversitesi	BURSA
Prof. Dr.	Meryem ATİK	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Prof. Dr.	Metin ARTUKOĞLU	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Muazzez CÖMERT ACAR	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Murat ATASOY	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	OSMANİYE
Prof. Dr.	Murat YERCAN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Mustafa GÜMÜŞ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr. Öğr. Üyesi	Mustafa SAKALDAŞ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Doç. Dr.	Mustafa USTA	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	VAN
Prof. Dr.	Mürsel ÖZDOĞAN	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Prof. Dr.	Necip TOSUN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Dr.	Neriman Tuba BARLAS	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Nevin DEMİRBAŞ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Nural KARAGÖZLÜ	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	MANİSA
Prof. Dr.	Oğuz YILMAZ	Ankara Üniversitesi	ANKARA
Dr.	Oğuzhan SOLTEKİN	Manisa Bağcılık Araştırma Enst.	MANİSA
Doç. Dr.	Oktay YERLİKAYA	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Osman Murat KOÇTÜRK	Manisa Celal Bayar Üniversitesi	MANİSA
Prof. Dr.	Osman UZUN	Düzce Üniversitesi	DÜZCE
Doç. Dr.	Oya KAÇAR	Bursa Uludağ Üniversitesi	BURSA
Doç. Dr.	Öner CANAVAR	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN
Doç. Dr.	Özgür TATAR	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Özlem KARAHAN UYSAL	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Rahşan İVGİN TUNCA	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	MUĞLA
Arş. Gör.	Rüştü Efe OKŞAR	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Rüya YILMAZ	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Doç. Dr.	Saime SEFEROĞLU	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	AYDIN

Prof. Dr.	Salim HIZIROĞLU	Oklohama State Üniversitesi	ABD
Dr. Öğr. Üyesi	Serkan ÖNDER	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ESKİŞEHİR
Doç. Dr.	Sertaç GÜNGÖR	Selçuk Üniversitesi	KONYA
Prof. Dr.	Seval Sevgi KIRDAR	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	BURDUR
Prof. Dr.	Sevgi KOLAYLI	Karadeniz Teknik Üniversitesi	TRABZON
Prof. Dr.	Sezai DELİBACAK	Ege Üniversitesi	İZMİR
Doç. Dr.	Sibel SOYCAN ÖNENÇ	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Dr.	Simin SAYGAÇ	Manisa Bağcılık Araştırma Enst.	MANİSA
Dr.	Sinan YİĞİT	Cosmotel Türkiye	İZMİR
Doç. Dr.	Sultan Filiz GÜÇLÜ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	ISPARTA
Prof. Dr.	Şafak CEYLAN	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Şenay SARICA	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	TOKAT
Dr. Öğr. Üyesi	Şeyma ŞENGÜR	Ordu Üniversitesi	ORDU
Doç. Dr.	Tamer ÜSTÜNER	K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi	K.MARAŞ
Prof. Dr.	Tanay BİRİŞÇİ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Tanay Sıdkı UYAR	Marmara Üniversitesi	İSTANBUL
Prof. Dr.	Tuğba KİPER	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Dr.	Turcan TEKER	Manisa Bağcılık Araştırma Enst.	MANİSA
Prof. Dr.	Türkan AKTAŞ	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	TEKİRDAĞ
Prof. Dr.	Türker SAVAŞ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	ÇANAKKALE
Prof. Dr.	Vedat DAĞDEMİR	Atatürk Üniversitesi	ERZURUM
Doç. Dr.	Volkan OKATAN	Uşak Üniversitesi	UŞAK
Dr. Öğr. Üyesi	Yahya NAS	Şırnak Üniversitesi	ŞIRNAK
Doç. Dr.	Yakut GEVREKÇİ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Yalçın KAYA	Trakya Üniversitesi	EDİRNE
Prof. Dr.	Yasemin EVRENOSOĞLU	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	ESKİŞEHİR
Doç. Dr.	Yasemin KUKUL KURTTAŞ	Ege Üniversitesi	İZMİR
Prof. Dr.	Yusuf YANAR	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	TOKAT
Prof. Dr.	Zehra BOZKURT	Afyon Kocatepe Üniversitesi	AFYON
Dr. Öğr. Üyesi	Zeynep DUMANOĞLU	Bingöl Üniversitesi	BİNGÖL

## İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)

#### **Determinations of volatile compounds in Bozcaada Cavusu grape variety cultivated at different locations of Bozcaada**

Bozcaada'nın farklı mevkilerinde yetiştirilen Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde uçucu bileşenlerin oranları  
Mehmet Ali GÜNDOĞDU, Murat ŞEKER, Alper DARDENİZ, Esra ŞAHİN, Ramazan EREN .....469

#### **Effects of different trunk girdlings on fruit yield and pomological characteristics of persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Hachiya)**

Hachiya Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L. cv. Hachiya) çeşidinde değişik bilezik alma uygulamalarının meyve verimi ve pomolojik özellikler üzerine etkileri  
Neşe YILMAZ, Murat ŞEKER, Engin GUR, Mehmet Ali GUNDOĞDU, Sefa PALATOZ, Neslihan EKİNCİ.....481

#### **Blue LED lighting improves the postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. Zahide F<sub>1</sub>) fruits**

Mavi LED ile aydınlatma domates meyvelerinin (*Solanum lycopersicum* L. cv. Zahide) hasat sonrası kalitesini arttırır  
Türkay ARSLAN, Rezzan KASIM, Mehmet Ufuk KASIM .....489

#### **The effects of different harvest maturity and methods on fruit and oil quality of olive (*Olea europaea* L. cv. Ayvalık Yağlık)**

Farklı hasat olgunluğu ve yönteminin zeytinin (*Olea europaea* L. cv. Ayvalık Yağlık) meyve ve zeytinyağı kalitesine etkilerinin belirlenmesi  
Fatih ŞEN, Ayça ESEN KOŞARAN .....503

#### **Assessing ecosystem services of urban green spaces: the case of Eugene Pioneer Cemetery, Eugene, OR (USA)**

Kentsel yeşil alanlardaki ekosistem servislerinin hesaplanması: Eugene Pioneer Mezarlığı, Eugene, Oregon (ABD)  
Şerif HEPCAN, Çiğdem COŞKUN HEPCAN .....513

#### **Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Rus Buğday Afidine Dayanıklılık Geninin Ayrıntılı Genetik Haritalaması**

Fine Mapping of Russian Wheat Aphid Resistance Gene in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.)  
Meltem EVİRGEN, Deniz İŞTİPLİLER, Muzaffer TOSUN, Hülya YILMAZ TEMEL, Ferit TURANLI, Fatma AYKUT TONK.....523

#### **Kentsel dönüşüm uygulamalarının başarısı ve kente katkıları: Karşıyaka Bostanlı Mahallesi Örneği (İzmir)**

The success of urban transformation applications and their contribution to the city: the case of Karşıyaka Bostanlı neighbourhood (İzmir)  
Sinan ALTUĞ, Emine MALKOÇ TRUE .....533

<b>Tefenni (Burdur) yöresi doğal popülasyonundan seçilen ceviz (<i>Juglans regia</i> L.) genotiplerinin bazı pomolojik ve agrofenojik özellikleri</b>	
Some pomological and agrophenological characteristics of walnut ( <i>Juglans regia</i> L.) genotypes selected from natural population in Tefenni (Burdur) region	
Mukaddes ERSOYOL KIRIŞIK, Fatma KOYUNCU, Sultan Filiz GÜÇLÜ .....	545
<b>Türkiye etlik piliç üretiminin zaman serisi yöntemi ile modellenmesi</b>	
Modeling of Turkey's broiler chick production using time series method	
Özge KOZALI, Mehmet MERT, Mehmet Ziya FIRAT .....	557
<b>Samsun ili tarım işletmelerinin sigortalabilir risklerinin belirlenmesi ve tarım sigortası yaptırma durumu</b>	
Exploring the insurable risks of farms and status of purchasing agricultural insurance in Samsun province of Turkey	
Vedat CEYHAN, Hatice TÜRKTEK, Çağatay YILDIRIM, Selime CANAN.....	567
<b>Kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren işletmelerin gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeyi: İzmir ve Afyonkarahisar illeri örneği</b>	
Compliance level of the enterprises in the red meat and meat products industry with food safety criteria: A case study from İzmir and Afyonkarahisar provinces	
Duygu TOSUN, Nevin DEMİRBAŞ .....	579
<b>Eskişehir ili kabakgil ekim alanlarında görülen virüs hastalıklarının belirlenmesi</b>	
Detection of virus diseases in cucurbit growing areas in Eskişehir province	
Mustafa KARABIYIK, Serkan YEŞİL .....	589
<b>Çeltik (<i>Oryza sativa</i> L.) Tohumlarına Uygulanabilecek Vigor Test Yöntemlerinin Optimizasyonu</b>	
Optimization of Vigor Test Methods for Rice ( <i>Oryza sativa</i> L.) Seeds	
Ali YİĞİT, Adem GÖKÇÖL .....	599
<b>Türkiye'nin pamuk ve pamuklu dokumada uluslararası rekabet gücü: sabit pazar payı ve açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük analizi</b>	
International competitiveness of the Turkish cotton and cotton weaving products: a constant market share and revealed comparative advantage analysis	
Çiğdem KANTUR, Berna TÜRKEKUL.....	613
<b>DERLEMELER (REVIEWS)</b>	
<b>Süt Sığırlarında Topallık: Hayvan Refahı ve Davranışı Üzerine Etkileri</b>	
Lameness in dairy cattle: an assesment of its effects on animal welfare and behavior	
Celal İZCİ, Fatma ÇUHADAR ERDAL, Melek YILDIZ .....	627



## Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):469-479  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.877014>

Mehmet Ali GUNDOGDU<sup>1</sup> 

Murat SEKER<sup>1\*</sup> 

Alper DARDENİZ<sup>1</sup> 

Esra SAHİN<sup>1</sup> 

Ramazan EREN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Canakkale Onsekiz Mart University,  
Faculty of Agriculture, Department of  
Horticulture, 17100, Canakkale, Turkey

<sup>2</sup>Canakkale Directorate of Agriculture and  
Forestry, Directorate of Plant Production  
and Plant Health, 17100, Canakkale,  
Turkey

\*Corresponding author (Sorumlu yazar):

[mseker@comu.edu.tr](mailto:mseker@comu.edu.tr)

**Keywords:** Aroma components, 'Bozcaada  
Cavusu', table grapes

**Anahtar sözcükler:** Aroma bileşenleri,  
'Bozcaada Çavuşu', sofralık üzümler

# Determinations of volatile compounds in Bozcaada Cavusu grape variety cultivated at different locations of Bozcaada

Bozcaada'nın farklı mevkilerinde yetiştirilen Bozcaada  
Çavuşu üzüm çeşidinde uçucu bileşenlerin oranları

Received (Alınış): 10.02.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 29.04.2021

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was determine the ratios of volatile components in the 'Bozcaada Cavusu' grape variety cultivated in 'Çayır', 'Sulubahçe' ve 'Ova' locations of 'Bozcaada and conducted in 2013.

**Material and Methods:** The thirty years old goble vineyards grafted on "5BB" rootstock at different locations of Bozcaada and applied equal care conditions were selected as research material. 'Bozcaada Cavusu' grape variety was harvested at different locations at the harvest date and cluster samples were taken in the same day.

**Results:** Based on the findings from the study, it could be stated that some terpenes detected in grape varieties with 'Muscat' aroma were also major volatile components in the 'Bozcaada Cavusu' grape variety and this variety provided had a very pleasant aroma. Except terpenes, the 'Bozcaada Cavusu' grape variety was also rich in compounds with 6 carbons (C<sub>6</sub> compounds) which formed by lipoxygenase pathway, usually the desired aroma compounds in grapes and fruits.

**Conclusion:** Among these compounds, it was determined that especially E-2-hexenal and hexenal compounds were the major compounds in the aldehydes group whereas hexanol and Z-3-hexenol compounds were the major compounds in the alcohols group and they were effective in the formation of the desired flavor specific to the variety.

## ÖZ

**Amaç:** Bu araştırma, Bozcaada'nın 'Çayır', 'Sulubahçe' ve 'Ova' mevkilerinde yetiştirilen 'Bozcaada Çavuşu' üzüm çeşidinde uçucu bileşenlerin oranlarının belirlenmesi amacıyla, 2013 yılında yürütülmüştür.

**Materyal ve Yöntem:** Bozcaada'nın farklı mevkilerinde bulunan '5BB' anacı üzerine aşıllı, eşit bakım şartları uygulanan 30 yaşlı goble bağlar araştırma materyali olarak seçilmiştir. 'Bozcaada Çavuşu' üzüm çeşidinin hasat tarihinde mevcut bağlarda aynı gün içerisinde salkım örnekleri alınmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Araştırma bulgularına göre; 'Muscat' üzüm çeşitlerinde saptanmış olan bazı terpenlerin 'Bozcaada Çavuşu' üzüm çeşidinde de majör uçucu bileşen olması, yaygın olarak yetiştirilen çeşidin hoş bir aromaya sahip olmasını sağlamıştır. Genellikle üzümlerde ve meyvelerde istenilen aroma bileşiklerinden olan ve lipoksigenaz yoluyla üretilen C<sub>6</sub> bileşikler bakımından da oldukça zengin olduğu görülmektedir.

**Sonuç:** Bu bileşiklerden özellikle E-2-hekzenal ve hekzenal bileşiklerinin aldehitler grubunda, hekzenol ve Z-3-hekzenol bileşiklerinin ise alkoller grubundaki majör bileşenler olmasının, çeşide özgü istenilen aromanın oluşumunda etkili olduğu saptanmıştır.

## INTRODUCTION

Grape is one of the important species in terms of production, consumption, nutrition and health in the world and Turkey. The composition of the grape berry includes water, sugar, organic acids, phenolic compounds, pectic substances, nitrogenous compounds, enzymes, vitamins, minerals and aroma components (Kunter et al., 2013). The aroma is one of the most important quality criteria in table, raisins and wine grape varieties. Aroma components consist of compounds with different chemical properties such as hydrocarbons, esters, ketones, aldehydes and alcohols (Gomez et al., 1994; Canturk & Kunter, 2019). The major volatile compounds in grapes are terpenes, norisoprenoids, organo–sulfur compounds (thiols) and methoxyprazines (Fontes et al., 2011). The volatile compounds of grapes and wines vary between nanograms and milligrams level, the aroma components can be sensed even at very low concentrations (Selli et al., 2001). Aroma composition and concentration relate to many factor such as rootstock, climate, maturity, different cultural practices and vegetation year as well as plant species and variety (Gundogdu et al., 2018; Gur, 2019).

In terms of the vineyards in Canakkale province, Bayramic (1.963 ha), Bozcaada (1.160 ha), Gelibolu (532 ha), Eceabat (430 ha) and Ezine (204 ha) districts take the first 5 places, while these are followed by Canakkale, Lapseki, Gokceada, Biga, Ayvacik, Can and Yenice districts (Dardeniz, 2013).

Cavus grape variety is a standard table grape variety with high market value and cultivated almost everywhere in Turkey, especially in Bozcaada (Canakkale), Marmara Region (Yalova, Adapazari, Istanbul, Tekirdag, Gebze, Marmara and Islands of Avsa), Central Anatolia Region (Tokat and Konya), Inner West Black Sea Region (Karabuk and Safranbolu) and Aegean Region (İzmir and Manisa) (Tangolar et al., 1996; Anonymous, 1997; Uslu & Samanci, 1997; Kiraci et al., 2002; Dardeniz, 2002). This variety has been recommended for the Marmara, Black Sea and Central Anatolia Region for vineyards (Fidan, 1985). However, since it is most intensely cultivated in Bozcaada, it is known as the 'Bozcaada Cavusu' grape variety (Dardeniz, 2013; Eren & Dardeniz, 2015). Additionally, it was geographically registered as 'Bozcaada Cavus Grape' as of June in 2020.

Although Bozcaada Cavusu grape variety which is geographically registered, has been cultivated in almost all of Bozcaada for many years; Sulubahce, Ova and Cayir locations in Bozcaada lead for Cavus cultivation. Due to the geographical characteristics of Bozcaada, the soil and climate characteristics of these three locations can considerably differ. Therefore, it is possible to obtain different volatile compound rates in Bozcaada Cavusu grape variety cultivated at different locations.

Hence, a study was conducted and the objective of this study was to determine the rates of volatile compounds in Bozcaada Cavusu grape variety cultivated at different locations of Bozcaada.

## MATERIAL and METHODS

This research was carried out in 2013 in 3 different locations (Cayir, Sulubahce and Ova) which differ in terms of geographical location and climate characteristics where Bozcaada Cavusu grape variety are cultivated in the Bozcaada district of Canakkale province. The materials consisted of Bozcaada Cavusu grape variety grafted on 5BB grapevine rootstock.

Bozcaada is an island located in the northeast of the Aegean Sea, 12 nautical miles south of the Dardanelles. It is under the influence of the Mediterranean climate, although it doesn't have all its features due to its location. Summers are cool and droughty; winters are mild and few rainy. It is windy in all months of the year, especially during the winter months it is extremely windy. Since it is located at the exit of the Dardanelles, although it receives the north winds a lot, as well as it takes the south winds. The most important factor of vegetation is vineyard areas. The average altitude of Bozcaada is 39 meters and the meteorology station is established at an altitude of 28 meters, latitude 39°50' and longitude 26°04'. According to the detailed data of the station between 1984–2014; Bozcaada's annual average temperatures

is 15.6°C, annual amount of rainfall is 488.6 mm and average wind speed is 6 m sec<sup>-1</sup> (21.6 km h<sup>-1</sup>). The lowest humidity average is 22% in July and the highest average humidity is 39% in December and January. The average number of days with snow is 3 days a year (Anonymous, 2015). The buds on vineyards were awake between 28 March 2013 and 3 April 2013 and clusters were harvested on 31 July 2013. Based on these dates, the heat summation requirement (HSR) was calculated as 1207 degrees per days. The meteorological data of Bozcaada Island for 2013 are tabulated in Table 1.

**Table 1.** Climatic conditions of Bozcaada Island for 2013

**Çizelge 1.** Bozcaada'nın 2013 yılı iklim verileri

Months	Maximum Temperature (°C)	Minimum Temperature (°C)	Average Relative Humidity (%)	Average Wind Speed (m/sn)	Average Temperature (°C)	Total Rainfall (mm=kg/m2)
January	16.9	-1.8	74.0	6.3	9.1	122.2
February	19.9	3.2	76.4	6.0	10.1	91.2
March	21.8	2.5	71.5	2.7	12.1	51.6
April	25.4	7.3	70.2	4.9	14.8	63.4
May	32.8	13.5	68.6	4.6	19.7	4.4
June	31.4	15.6	70.2	5.1	22.0	15.6
July	30.5	18.1	66.8	7.0	23.0	1.8
August	30.3	19.7	67.0	6.9	23.8	0.2
September	30.0	15.3	64.3	3.8	21.5	19.2
October	25.6	7.5	73.3	5.2	15.4	83.2
November	21.7	5.9	76.3	5.5	14.4	92.2
December	16.4	0.6	72.7	6.2	8.2	2.4

In the research, mixed soil samples were taken from 0–30 and 30–60 cm depths with soil sampling auger, representing study plots from vineyards in 3 different locations in autumn. Physical [saturation (%), pH, salinity (mmhos cm<sup>-1</sup>), total lime (%), organic matter (%)] and chemical [phosphorus (kg da<sup>-1</sup>) and potassium (kg da<sup>-1</sup>)] analyzes of the samples taken were made in the 'Canakkale Directorate of Provincial Agriculture and Forestry' 'Soil-Plant-Water Analysis Laboratory' (Table 2, 3 and 4).

The 30 years old vineyards of Bozcaada Cavusu grape variety that is medium high trunked goblet training system, grafted on 5BB grapevine rootstocks that belongs to a producer named Diogen Izvinko in Bozcaada. In the research, Bozcaada Cavusu grape variety vineyards at 3 different locations (Cayir, Sulubahce and Ova) are pollinated by Kuntra (Karasakiz) grape variety in the ratio of 2 to 4. The research was established in the randomized plot design with 3 replications and 4 vines were included in each repetition. In the research carried out under droughty conditions, cultural practices such as fertilization, winter pruning, tillage, disease and pest control and summer pruning of the parcels in the vineyards at 3 different locations were carried out as a standard procedure by the same producer. Fertilization was made at a fertilizer rate of 20 tons ha<sup>-1</sup> of cow manure in quadrennial each vineyard.

**Table 2.** The results from soil analysis obtained from Cayir location

**Çizelge 2.** Çayır mevkii toprak analizi bulguları

Analyses	Sample depth (cm)				
	0–30	30–60	0–30	30–60	
Physical analyses	Saturation (%)	34.0	34.0	Loamy	Loamy
	Salinity (EC) (mmhos cm <sup>-1</sup> )	0.94	0.74	Saltless	Saltless
	pH	4.71	4.65	Medium acid	Medium acid
	Total lime (%)	0.40	0.40	Less calcareous	Less calcareous
	Organic matter (%)	1.48	1.72	Low	Low
Chemical analyses	Available phosphorus (kg da <sup>-1</sup> )	18.63	19.12	Too much	Too much
	Available potassium (kg da <sup>-1</sup> )	39.44	35.53	Sufficient	Sufficient

**Table 3.** The results from soil analysis obtained from Sulubahce location**Çizelge 3.** *Sulubahçe mevkii toprak analizi bulguları*

	Analyses	Sample depth (cm)			
		0–30	30–60	0–30	30–60
Physical analyses	Saturation (%)	62.0	62.0	Clayey–loamy	Clayey–loamy
	Salinity (EC) (mmhos cm <sup>-1</sup> )	1.14	1.01	Saltless	Saltless
	pH	7.43	7.46	Neutral	Neutral
	Total lime (%)	36.46	36.46	Very calcareous	Very calcareous
	Organic matter (%)	3.09	2.49	Good	Medium
Chemical analyses	Available phosphorus (kg da <sup>-1</sup> )	8.15	6.16	Sufficient	Sufficient
	Available potassium (kg da <sup>-1</sup> )	78.39	85.67	Sufficient	Sufficient

**Table 4.** The results from soil analysis obtained from Ova location**Çizelge 4.** *Ova mevkii toprak analizi bulguları*

	Analyses	Sample depth (cm)			
		0–30	30–60	0–30	30–60
Physical analyses	Saturation (%)	44.0	44.0	Loamy	Loamy
	Salinity (EC) (mmhos cm <sup>-1</sup> )	0.98	0.78	Saltless	Saltless
	pH	7.16	7.26	Neutral	Neutral
	Total lime (%)	1.61	1.61	Calcareous	Calcareous
	Organic matter (%)	1.77	1.73	Low	Low
Chemical analyses	Available phosphorus (kg da <sup>-1</sup> )	10.06	9.23	Much	Much
	Available potassium (kg da <sup>-1</sup> )	81.99	81.99	Sufficient	Sufficient

The effect of different fertigation and irrigation treatments on fruit characteristics, vine performance and water relations of "Niagara" and "Concord" grapes that used in the fruit juice industry had been the subject of a 5–year study (Reynolds et al., 2005). Irrigation and fertigation caused a larger berry size, enhanced berry set, an increase in vine size and small increases in yield. However, all total soluble solids (TSS) were higher than minimum levels that accepted by local processors. In terms of flavor compounds especially total ester compounds and acidity and pH values of grape juices, there were no significant difference among the treatments. It was reported that the timing of fertigation treatments had no significant effect on these characteristics.

Some of the quality characteristics of the Bozcaada Cavusu grape variety obtained in the same vegetation period from the vineyards in the same locations were determined are summarized below (Eren & Dardeniz, 2015). According to this, although there is no significant difference between the locations in terms of the TSS (%), pH values and acidity (%); harvesting of vineyards in all locations were determined by the TSS% values of the grapes. The harvest was carried out when the TSS% value reached 17.5% and pH value was 3.58 in all locations on 31 July 2013. The highest maturity index was determined in Sulubahce (36.91) and the lowest maturity index in Ova (29.01) location, the intermediate group in Cayir (35.04) location. As the current crop load on the vinestock increases in grape varieties, the grape maturity is delayed (Dardeniz & Kismali, 2002). Although, pruning was made over 2 or 3 buds per annual canes in all vineyards, during winter; cluster thinning treatments were not carried out in summer pruning.

Two cluster samples taken from each vinestock were placed in PVC bags and brought to 'The Pomology Laboratory of the Faculty of Agriculture of COMU'. Volatile compounds were identified in grape samples.

Sample preparation, extraction procedure and chromatography conditions, which were carried out in order to identify the volatile components of the clusters taken from Bozcaada grape variety, were performed according to the method as proposed by Gundogdu et al (2018).

The extraction stage is as follows; 50 g of samples obtained with homogenizer were weighed and treated with 100 ml of diethyl ether solvent in an erlenmeyer flask and the solvent was concentrated into 1 ml by a centrifuge and concentrator.

The amount of the aroma volatile determined with a gas chromatograph–mass spectrometer (Shimadzu QP2010 GC/MS) fitted with a DB–WAX column (30 m x 0.25 mm ID, 0.25µm film thickness; J&W, USA). Identification of volatile content was carried out by mass spectrometry using a mass spectrometer set at 280°C of capillary direct interface temperature; the ionization energy of the mass spectrometer was programmed for 70 eV. Also the ion source temperature was set at 250°C and 40-350 amu of mass interval and 666 amu s<sup>-1</sup> scan rates. WILEY and NIST libraries were used for identification of compounds. One microliter samples were injected in 1:50 split ratio (with 250°C injection temperature) by an auto injector. Firstly, the column temperature was set at 40°C for 5 min. After the column reached at 250°C by 10°C min<sup>-1</sup> and held for 10 min.

These analyses were triplicated and every replication had berries obtained from clusters of 4 vines. The datas obtained were statistically analyzed using One–way ANOVA by the software ‘SAS ver. 9’ (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Tukey multiple range test was used to determine the significance of differences between treatments means by (p<0.05). Biplot graphs were generated using the Minitab statistical program and the the correlation values between compounds were found.

## RESULTS and DISCUSSION

The results obtained from this study conducted in order to determine the ratios of volatile compounds in Bozcaada Cavusu grape variety grown at different locations of Bozcaada are presented in Table 5.

As a result of the analysis of the volatile compounds that are determined in the Bozcaada Cavusu grape variety clusters taken from different locations, a total of 42 volatile components were identified (Table 5.). These compounds were classified into groups of aldehydes (12 compounds), alcohols (12 compounds), esters (7 compounds), terpenes (7 compounds), hydrocarbons (2 compounds) and ketones (2 compounds). It was reported the 74, 35, 54, 44 and 40 number of volatile compounds in the Emir, Narince, Bornova Misketi, Kalecik Karasi and Ercis grape musts, respectively (Cabaroglu,1995; Selli, 2004; Baytin & Keskin, 2018). Jiang & Song (2010) explained that the aroma of grapes consists of volatile alcohols, aldehydes, esters, terpenes and carbonyl compounds.

Aldehydes are formed as a result of dehydrogenation of alcohols at high temperatures. Aromatic aldehydes which are abundant in nature, have some specific character (Gundogdu et al., 2021). Aldehydes constitute the major group in Bozcaada Cavusu grape variety and a total of 12 aldehydes were detected. E–2–hexenal, hexanal, E–2–octenal, nonanal, benzaldehyde, octanal, E–2–nonenal, Z–2–decenal, 2,4–hexadienal, E–5–heptenal, acetaldehyde and pentanal compounds were determined. Especially, E–2–hexenal, hexanal and E–2–octenal compounds were found to have the highest ratio in all locations.

**Table 5.** The ratio of the volatile components of the Bozcaada Cavusu grape variety obtained from different locations of Bozcaada\*  
**Çizelge 5.** Bozcaada'nın farklı mevkiilerinden elde edilen Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinin uçucu bileşenlerinin oranları

Aroma Components	Çayır	Sulubahçe	Ova	MSD
<b>Aldehydes</b>				
E-2-Hexenal	10.19 a**	8.22 b	10.04 a	0.350
Hexanal	7.87 b	9.58 a	8.03 b	0.555
E-2-Octenal	5.58 a	4.74 b	5.95 a	0.484
Nonanal	1.72	1.39	1.66	N.S.
Benzaldehyde	1.03	0.86	0.96	N.S.
Octanal	0.99 b	0.71 b	1.53 a	0.414
E-2-Nonenal	0.71	0.48	0.65	N.S.
Z-2-Desenal	0.70 a	0.39 b	0.46 b	0.207
2,4-Hexadienal	0.25 b	0.23 b	1.58 a	0.150
E-5-Heptanal	0.24	0.17	0.23	N.S.
Acetaldehyde	0.18 a	0.13 a	0.00 b	0.065
Pentanal	0.14 ab	0.10 b	0.17 a	0.068
<b>Total Aldehydes Area (%)</b>	<b>29.60 a</b>	<b>27.00 b</b>	<b>31.26 a</b>	<b>2.151</b>
<b>Alcohols</b>				
Hexanol	3.49 a	3.11 b	3.43 a	0.316
Z-3-Hexenol	2.28 ab	2.18 b	2.44 a	0.225
1-Octen-3-ol	2.12 a	1.78 b	1.85 ab	0.302
2-Butanol	1.15	1.07	1.04	N.S.
E-3-Octen-2-ol	0.69 ab	0.80 a	0.60 b	0.185
Phenyl Etanol	0.67 a	0.28 b	0.41 b	0.202
1-Pentanol	0.65 a	0.32 c	0.48 b	0.127
2-Propanol	0.38	0.37	0.28	0.119
2-Pentanol	0.37 a	0.13 b	0.08 b	0.114
4-Heptanol	0.24 ab	0.28 a	0.20 b	0.078
1-Hexadecanol	0.23 a	0.29 a	0.00 b	0.062
4-Octanol	0.21 a	0.19 a	0.00 b	0.073
<b>Total Alcohols Area (%)</b>	<b>12.48 a</b>	<b>10.80 b</b>	<b>10.81 b</b>	<b>0.176</b>
<b>Esters</b>				
Ethyl Acetate	7.81 a	6.63 b	7.85 a	0.320
Hexyl Acetate	1.79	1.68	1.60	N.S.
Propyl Acetate	0.80	0.79	0.83	N.S.
Ethyl Butanoate	0.68	0.50	0.55	N.S.
Z-3-Hexenyl Butanoate	0.51 a	0.32 b	0.53 a	0.113
Butyl Butyrate	0.17 a	0.00 b	0.00 b	0.072
Ethyl-2-Methyl-Butirate	0.16 a	0.00 b	0.00 b	0.043
<b>Total Esters Area (%)</b>	<b>11.92 a</b>	<b>9.92 c</b>	<b>11.36 b</b>	<b>0.512</b>
<b>Hydrocarbons</b>				
Hexadecane	0.18 a	0.10 b	0.00 c	0.053
Decane	0.11 a	0.00 b	0.00 b	0.094
<b>TOTAL HYDROCARBONS</b>	<b>0.29 a</b>	<b>0.10 b</b>	<b>0.00 c</b>	<b>0.079</b>
<b>Ketones</b>				
3-Ethoxy-2-Butanone	0.10 a	0.00 b	0.00 b	0.044
6-Methyl-5-Heptan-2-one	0.56	0.59	0.67	N.S.
<b>Total Ketones Area (%)</b>	<b>0.66</b>	<b>0.59</b>	<b>0.67</b>	<b>N.S.</b>
<b>Terpenes</b>				
Linalool	27.47 b	31.83 a	27.90 b	1.66
Geraniol	7.94 b	8.91 a	7.87 b	0.380
E-Linalool oxide	6.21 b	7.21 a	6.28 b	0.3266
Nerol	2.39 b	2.56 ab	2.93 a	0.3733
α-Terpineol	0.49	0.42	0.47	N.S.
α-Murolene	0.29 b	0.40 a	0.26 b	0.0926
Z-Citral (Neral)	0.26	0.26	0.19	N.S.
<b>Total Terpenes Area (%)</b>	<b>45.05 b</b>	<b>51.59 a</b>	<b>45.90 b</b>	<b>2.131</b>

\* Percentages obtained by GC/MS peak area normalization

\*\* Data are the means of 3 replicates with standard deviation. Values followed by different letters are significantly different at a probability level of  $P < 0.05$

The highest E-2-hexenal ratios were found in Cayir (10.19%) and Ova (10.04%) locations, respectively. E-2-hexenal aroma compounds provide perception of fresh green leaves odors in the grape berries (Anonymous, 2020). Hexanal compound, which was provided sensory perceptions such as the odour of newly mown grass and green leaves, was found in the highest in Sulubahce (9.58%) location and the lowest in the clusters of Bozcaada Cavusu grape variety cultivated in Cayir (7.87%) and Ova (8.03%) locations. E-2-Octenal was determined in the clusters of Bozcaada Cavusu grape varieties taken from the highest Ova (5.95%) and Cayir (5.58%) locations, respectively. E-2-Octenal causes sensory perceptions such as green leaves and cucumber in grape berries (Anonymous, 2020). Octanal and 2,4-hexadienal compounds were found higher Bozcaada Cavusu grape clusters cultivated in Ova (1.53%–1.58%, respectively) location, compared to Cayir (0.99%–0.25%) and Sulubahce (0.71%–0.23%) locations. The highest Z-2-decenal and acetaldehyde compounds were obtained from the Cayir (0.70% and 0.18%) location. Acetaldehyde was not detected in the clusters of Bozcaada Cavusu grape variety taken from Ova location. Pentanal, the last compound in the aldehyde group, was determined at the highest level in the Ova (0.17%) location while it was the lowest in Sulubahce (0.10%) location (Table 5.).

In a study conducted by Slegers et al. (2015), it was found that hexanal and E-2-hexenal from aldehyde group and hexanol and E-3-hexenol aroma compounds from aroma group were at the highest level in both the berry skin and grape must of Frontenac, Marechal Foch and Marquette grape varieties. Similar to Slegers et al (2015) study, in the clusters of Bozcaada Cavusu grape varieties taken from different locations, these aroma compounds are high in all three locations.

Rapp & Mandery (1986) stated that the amounts of ester and component numbers in grape berries are very low. In this research, it was detected that the amounts and numbers of esters are low as compared to other volatile compounds, and these results are supported by the findings of Rapp & Mandery (1986). It was determined that among the ester compounds, ethyl acetate was in the highest amount, and the other compounds were in very low amounts. Ethyl acetate was determined to be the highest Ova (7.85%) and Cayir (7.81%) locations, and the lowest in the Sulubahce (6.63%) location, respectively. Ethyl acetate compound adds sweet, fruity, pineapple and cherry sensory perception to grape berry (Anonymous, 2020). Z-3-hexenyl butanoate compound was detected to be the highest in Ova (0.53%) and Cayir (0.51%) locations respectively. Butyl butyrate and ethyl-2-methyl butyrate compounds were identified only in Cayir (0.17%–0.16%) location. These compounds were not detected in locations of Bozcaada.

In a study by Kalua & Boss (2010), the variation of aroma components in grape in different stages of berry development in Cabernet Sauvignon grape variety was investigated. As the berries developed and became mature, a decrease was observed in the Z-3-hexenyl butanoate compound. Also it was determined that this aroma compound disappeared in the over-mature stages. In this research, this compound was formed in lower amounts as compared to other compounds in the ester group. The fact that the Z-3-hexenyl butanoate compound was lower in the Sulubahce location, which had the highest maturity value and these findings were similar to the ones obtained by Kalua & Boss (2010).

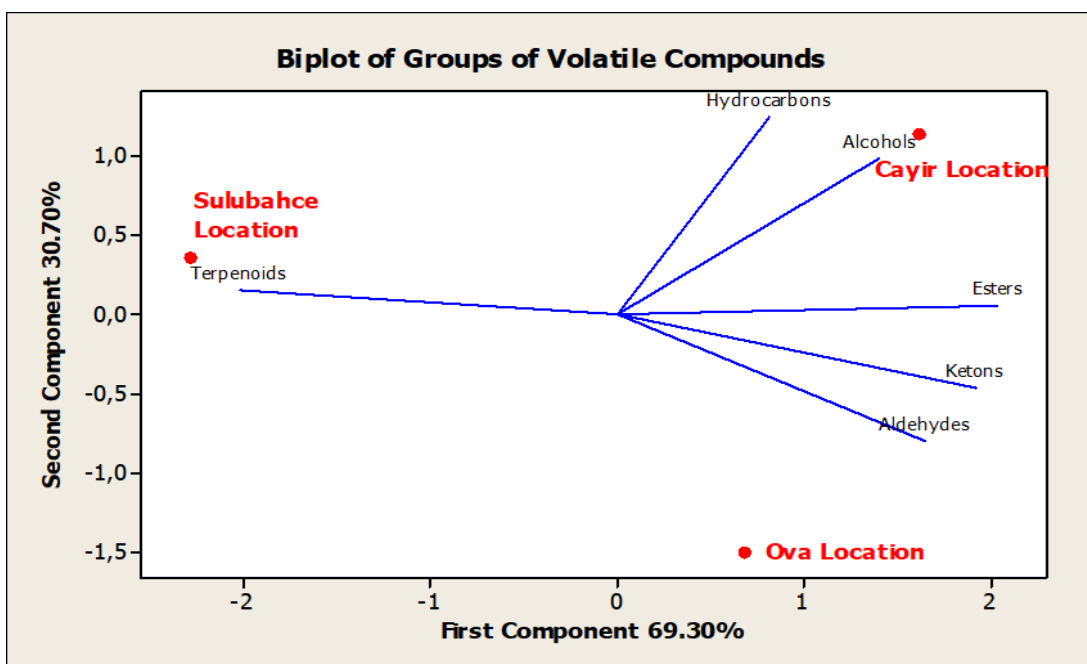
Hydrocarbons giving petrol and similar odors and ketones providing herbal, oily, citrus odors were detected in very low ratios (<1.0%) as compared to other aroma components. The presence of hexadecane and decane in hydrocarbons and 3-ethoxy-2-butanone and 6-methyl-5-heptane-2-one aroma compounds in ketones were detected.

Baytin & Keskin (2018) stated that terpenes and terpenoids are generally the main aroma components of Muscat group grape varieties. Linalool, geraniol and E-linalool oxide, the most important compounds in terpenes add citrus, flower and rose odors to grape berry (Anonymous, 2020). The highest ratios Linalool, geraniol and E-linalool oxide compounds were identified in Sulubahce (31.83%–8.91%–7.21%) location, as well as the lowest ratios in Cayir (27.47%–7.94%–6.21) and Ova (27.90%–7.87%–6.28%) locations. The highest ratio of nerol compound was obtained from cluster of Ova (2.93%) location,

in addition to the lowest ratio was detected in Cayir (2.39%) location. The highest  $\alpha$ -Murolen compound was determined in Sulubahce (0.40%) location, the the lowest in Ova (0.26%) and Cayir (0.29%) locations, respectively. Bozcaada Cavusu grape variety cultivated in the ecology of Bozcaada Island is an aromatic grape variety, with the presence of linalool and nerol compounds that are unique to this variety.

Terpene compounds were the major volatile group in Bozcaada Cavusu grape variety where cultivated in the island of Bozcaada. The highest ratios of total terpene compounds were found in Sulubahce (51.59%) location, the lowest in clusters of Bozcaada Cavusu grape variety grown in Cayir (45.05%) and Ova (45.90%) locations, respectively. The highest total aldehydes were determined in Ova (31.26%) and Cayir (29.60%) locations, the lowest in Sulubahce (27.00%) locations from the Bozcaada Cavusu grape variety. The highest ratios of total alcohols compounds were identified in Cayir (12.48%) location, the lowest ratios in Sulubahce (10.80%) and Ova (10.81%) locations, respectively. The highest ratios of total ester compounds were found in Cayir (11.92%) location, as well as the lowest in Sulubahce (9.92%) location. Total hydrocarbons were detected at very low rates. Among the different locations, the highest total hydrocarbons obtained from clusters of Bozcaada Cavusu grape variety in Cayir (0.29%) locations, the lowest in Ova (0.00%) locations. It was determined that hydrocarbons and alcohols groups were higher in Cayir location, whereas terpenes were higher in Sulubahce location (Figure 1). It was also found that the ratio of aldehyde compounds was higher in the Ova location. As seen from Figure 1, the total terpenes were inversely correlated with the total ester compounds.

Biplot charts were used in order to better understand the aroma component groups and the identify the volatile compounds (with more than 1.0%) according to the different locations in the Bozcaada Cavusu grape variety cultivated in Island of Bozcaada (Figure 1. and Figure 2.).



**Figure 1.** Biplot chart of the volatile compound groups according to the different locations in the Bozcaada Cavusu grape variety cultivated in Island of Bozcaada.

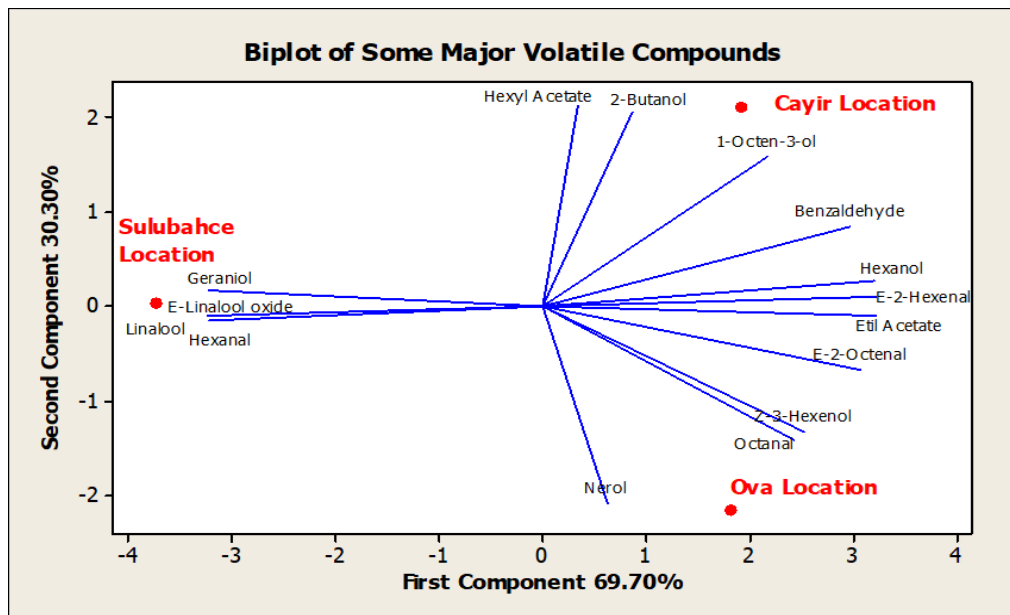
**Şekil 1.** Bozcaada'da yetiştirilen Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı mevkilere göre uçucu bileşik gruplarının biplot şeması

Cayir location contained more 1-octen-3-ol (2.12%) and 2-butanol (1.15%) compounds, hexyl acetate (1.78%) compound and benzaldehyde (1.03%) compound than other locations. Octanal (1.53%) aldehyde compound, Z-3-hexenol (2.44%) alcohol compound and nerol (2.93%) terpenoid compound



were detected more in the Ova location. In addition, when the interactions between compounds are examined; it can be understood that linalool (31.83%), geraniol (8.91%) and E-linalool oxide (7.21%) terpenoids and hexanal (9.58%) aldehyde compound are found in a group in Sulubahce location compared to other locations. On the other hand, it was observed that the ratios of E-2-hexenal, hexanol and ethyl acetate compounds were inversely correlated with other compound group and the ratios in Ova and Cayir locations are close to each other.

Bozcaada Island is optimum region for viticulture, and is characterized by its terroir. 'Terroir' is a French word that describes the interaction of the climate, soil and topographic effects on the vine, combined with the human factor and viticultural management practices that influence the quality of the grapes (Yigini & Ekinici, 2018).



**Figure 2.** Biplot chart of the identified volatile compounds (with more than 1%) according to the different locations in the Bozcaada Cavusu grape variety cultivated in Island of Bozcaada.

**Şekil 2.** Bozcaada'da yetiştirilen Bozcaada Çavuşu üzüm çeşidinde farklı mevkiilere göre belirlenen uçucu bileşiklerin (%1'den fazla) biplot şeması

The unique soil and climatic conditions of the region where a vine grows determine the characteristics of the grape varieties. In order to grow high quality grapes, Suitable soil and climate conditions are required along with the optimum cultivation practices. All of these are expressed with the concept of "Terroir" (Bayram et al., 2016).

As a result of the research carried out on Calkarasi grape variety cultivated in different ecological conditions in Denizli province, it was reported that the identified volatile compounds were similar, but only the differences between them were in terms of quantity (Darici, 2011).

## CONCLUSION

Especially the aroma and taste of Bozcaada Cavusu grape variety which is grown in Bozcaada, is known by many researchers and consumers today. The fact that some terpenes detected in Muscat grape varieties in the literature were also major volatile compounds in Bozcaada Cavusu grape variety,

had provided the widely grown this variety to have a pleasant aroma. Except terpenes, Bozcaada Cavusu grape variety was also rich in 6 carbon (C<sub>6</sub>) compounds, which were generally desired aroma compounds in grapes and fruit, and were produced by lipoxygenase. These compounds were E-2-hexenal, hexanal, hexanol, Z-3-hexenol and hexyl acetate compounds. Among these compounds, especially E-2-hexenal and hexanal compounds were major compounds in the aldehydes and hexanol and Z-3-hexenol compounds in the alcohols were found to be effective in the formation of the desired aroma for the variety. Bozcaada Cavusu grape variety cultivated in the ecology of Bozcaada Island is an aromatic grape variety and the presence of rich desired volatile compounds are unique to this variety.

Since the presence of some minor locality differences in the Bozcaada Cavusu grape variety grown in different locations of Bozcaada, it was thought that this situation contributed to the richness of the region taste. In this research was emphasized once again the importance of the term "Terroir" in viticulture with regard to grape aroma.

## REFERENCES

- Anonymous, 1997. T.C. Standart Üzüm Çeşitleri Kataloğu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. 88 s.
- Anonymous, 2015. Bozcaada Kaymakamlığı. Genel Bilgiler-Coğrafi Yapı. ([http://www.Bozcaada.gov.tr/default\\_B0.aspx?content=1009](http://www.Bozcaada.gov.tr/default_B0.aspx?content=1009)) (Date accessed: June 2015).
- Anonymous, 2020. (<http://www.thegoodscentcompany.com>) (Date accessed: December 2020).
- Bayram, M., M. Kayalar, C. Kaya & S. Topuz, 2016. Şarapta Fenolik ve Aroma Bileşikleri Üzerine 'Teruar'ın Etkisi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi. 13: 35–46.
- Baytin, R. & N. Keskin, 2018. Determination of Aroma Compounds in Ercis Grape Cultivar. *Acta Biologica Turcica*. 31(2): 49–55.
- Cabaroglu, T., 1995. Research on Aroma Components of White Emir Grape Variety Grown in Nevşehir-Ürgüp Region (Cappadoce) and of The Wines Obtained from This Variety. Cukurova University, Institute of Applied Science, Department of Food Chemistry. PhD Thesis. Adana, Turkey, 152 pp.
- Cantürk, S. & B. Kunter, 2019. Üzümlerde Aroma Bileşikleri. *Agricultural Sciences*. s 19.
- Dardeniz, A. & I. Kismalı, 2002. Amasya ve Cardinal Üzüm Çeşitlerinde Farklı Ürün Yüklerinin Üzüm ve Çubuk Verimi ile Kalitesine Etkileri Üzerine Araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 39(1): 9–16.
- Dardeniz, A., 2002. Bozcaada Bağcılığının Mevcut Durumu, Sorunları ve Bağcılığın Geliştirilmesine Yönelik Öneriler. *Türk-Koop Ekin*. 20: 77–84.
- Dardeniz, A., 2013. Çanakkale İli Bağcılığı ve Son Gelişmeler. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1(1): 107–110.
- Darici, M., 2011. Determination of Aroma Compounds of Çalkarasi Grape Variety and Rose Wines Obtained from Sub-Regions at Different Altitude in Denizli. Cukurova University, Institute of Applied Science, Department of Food Chemistry. MSc. Thesis. Adana, Turkey, 98 pp.
- Eren, R. & A. Dardeniz, 2015. Farklı Mevkilerin Bozcaada Çavuşu Üzüm Çeşidinin Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *Bahçe*. 45(2): 662–669.
- Fidan, Y., 1985. Özel Bağcılık. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 930. Ders Kitabı No: 265. 401 s.
- Fontes, N., H. Gerós & S. Delrot, 2011. Grape Berry Vacuole: A Complex and Heterogeneous Membrane System Specialized In The Accumulation of Solutes. *Am. J. Enol. Vitic.* 62(3): 270–278. 10.5344/ajev.2011.10125
- Gomez, E., A. Martiez & J. Laencina, 1994. Localization of Free and Bound Aromatic Compounds Among Skin, Juice and Pulp Fractions of Some Grape Varieties. *Vitis*. 33: 1–4.
- Gundogdu, M.A., E. Gur & M. Seker, 2021. Comparison of Aroma Compounds and Pomological Characteristics of The Fruits of 'cv. Mondial Gala' and Local Apple Genotype 'Gelin' Cultivated in Çanakkale, Turkey. *JOTAF* 18(1):10–20. <http://doi.org/10.33462/jotaf.630009>

- Gundogdu, M.A., N. Ekinci, N. Kaleci & M. Seker, 2018. Determination of Aromatic Compounds of Some Promising Pomegranate Genotypes. *Ecological Life Sciences (NWSAELS)*. 13(3): 142–150. <http://doi.org/10.12739/nwsa.2018.13.3.5a0103>
- Gur, E., 2019. The Effects of Different Rootstocks on Aroma Volatile Constituents In The Fruits of 'Fuji' Apples (*Malus domestica* Borkh.). *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(5): 11745–11756. [http://doi.org/10.15666/aeer/1705\\_1174511756](http://doi.org/10.15666/aeer/1705_1174511756)
- Jiang, Y. & J. Song, 2010. "Fruits and Fruit Flavor: Classification and Biological Characterization, 3–23". In: *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors*. (Eds: Y.H. Hui). John Wiley and Sons Inc. Hoboken, New Jersey, USA.
- Kalua, C. M. & P. K. Boss, 2010. Comparison of Major Volatile Compounds from Riesling and Cabernet Sauvignon Grapes (*Vitis vinifera* L.) from Fruit Set to Harvest. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 16(2): 337–348. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2010.00096.x>
- Kiraci, M.A., H. Bayraktar, K. Usta, S. Özısık & K. Gürnil, 2002. Bozcaada Çavuşu, Kozak Beyazı, Karasakız ve Amasya Beyazı Üzüm Çeşitlerinde Klon Seleksiyonu Çalışmaları. *Türkiye V. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu (5–9 Ekim 2002, Nevşehir–Turkey) Bildirileri*, 97–102 s.
- Kunter, B., S. Cantürk & N. Keskin, 2013. Üzüm Tanesinin Histokimyasal Yapısı. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 3(2): 17–24.
- Rapp, A. & H. Mandery, 1986. Wine aroma. *Experientia*. 42: 873–884.
- Reynolds, A. G., W. D. Lowrey & C. De Savigny, 2005. Influence of Irrigation and Fertigation on Fruit Composition, Vine Performance and Water Relations of Concord and Niagara Grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56(2): 110–128.
- Selli, S., 2004. Kalecik Karası, Bornova Misketi ve Narince Üzümlerinin Aroma Maddeleri ve Bu Üzümlerden Elde Edilen Şarapların Aroma Maddeleri Üzerine Kabuk Maserasyonu ve Glikozidaz Enziminin Etkileri. Cukurova University, Institute of Applied Science, Department of Food Chemistry. PhD Thesis. Adana, Turkey, 186 pp.
- Selli, S., T. Cabaroglu & A. Canbas, 2001. Kalecik Karası Şirasındaki Serbest Aroma Maddelerinin Tayininde İki Farklı Ekstraksiyon Yönteminin Kıyaslanması. *Gıda*. 26(6): 443–448.
- Slegers, A., P. Angers, E. Ouellet, T. Truchon & K. Pedneault, 2015. Volatile Compounds from Grape Skin, Juice and Wine From Five Interspecific Hybrid Grape Cultivars Grown in Québec (Canada) For Wine Production. *Molecules*. 20(6): 10980–11016. <https://doi.org/10.3390/molecules200610980>
- Tangolar, S., F. Ergenoglu & S. Gök, 1996. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Bağ Üzüm Çeşitleri Kataloğu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, 94 s.
- Uslu, I. & H. Samancı, 1997. Marmara Bölgesi Üzüm Çeşitlerinde Klon Seleksiyonu Çalışmaları. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler. Yayın No: 95, 23 s.
- Yigini, Y. & H. Ekinci, 2018. Bozcaada Toprakları–I (İklim–Jeoloji–Topoğrafya) . ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (2): 141–149.



**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):481-488  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.842801>

Neşe YILMAZ<sup>1\*</sup> 

Murat ŞEKER<sup>2</sup> 

Engin GÜR<sup>2</sup> 

Mehmet Ali GÜNDOĞDU<sup>2</sup> 

Sefa POLATÖZ<sup>1</sup> 

Neslihan EKİNCİ<sup>2</sup> 

## Effects of different trunk girdlings on fruit yield and pomological characteristics of persimmon (*Diospyros kaki* L. cv. Hachiya)

Hachiya Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L. cv. Hachiya) çeşidinde değişik bilezik alma uygulamalarının meyve verimi ve pomolojik özellikler üzerine etkileri

Received (Alınış): 19.12.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 09.05.2021

<sup>1</sup> Canakkale Onsekiz Mart University, Vocational High School, Department of Plant and Animal Production, 17800, Lapseki-Çanakkale, Turkey

<sup>2</sup> Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 17100, Çanakkale, Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):  
[neseiyildiz@comu.edu.tr](mailto:neseiyildiz@comu.edu.tr)

### ABSTRACT

**Objective:** This study was performed to determine the effects of two girdling practices on yield and some pomological properties of persimmon trees in 2019.

**Material and Methods:** The girdling practices were applied to Hachia variety, common in Çanakkale, as single girdling, double girdling and control. Girdling treatments were performed after full blossom in full yield trees. Fruit yield and some pomological properties of the variety were determined. Fruit weight, fruit width, fruit size, fruit skin colour (L, a, b), pH, titratable acidity (TA) (%), fruit flesh firmness (kg / cm<sup>2</sup>) and total soluble solid content (TSS) were determined.

**Results:** The highest yield per tree was obtained from the control (120.74 kg tree<sup>-1</sup>) treatment. The largest fruits with a value of 383.23 g were obtained from double girdling treatment. The double girdling application provided the highest values in terms of fruit length and fruit width (79.22 mm, 94.71 mm, respectively). There was a significant difference (p<0.05) between applications in terms of total soluble solid content.

**Conclusion:** The girdling treatments significantly increased fruit weight, fruit size and total soluble solid amount in "Hachiya" variety.

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışma, Trabzon hurması ağaçlarında bilezik alma uygulamalarının verim ve bazı pomolojik özelliklerine etkilerini belirlemek amacı ile 2019 yılında yürütülmüştür.

**Materyal ve Yöntem:** Çanakkale ilinde yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan 'Hachiya' çeşidine ait ağaçlarda bilezik alma; kontrol, tek ve çift bilezik alma şeklinde uygulanmıştır. Tam verim çağındaki ağaçlarda bilezik alma uygulamaları tam çiçeklenme sonrası yapılmıştır. Çeşidin meyve verim ve bazı pomolojik özellikleri belirlenmiştir. Meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve yüksekliği, meyve kabuk rengi (L, a, b), pH, titre edilebilir asitlik (TA) (%), meyve eti sertliği (kg / cm<sup>2</sup>) ve suda çözünabilir toplam kuru madde içeriği (TSS) belirlenmiştir.

**Araştırma Bulguları:** En yüksek ağaç başına verim Kontrol (120.74 kg ağaç<sup>-1</sup>) uygulamasından elde edilmiştir. En iri meyveler 383.23 g değeri ile çift bilezik alma uygulamasından elde edilmiştir. Çift bilezik alma uygulaması meyve boyu ve meyve eni değerleri bakımından en yüksek değerleri oluşturmuştur (sırasıyla 79.22 mm, 94.71 mm). Suda çözünabilir toplam kuru madde içeriği bakımından uygulamalar arasında farklılık olduğu (p<0.05) belirlenmiştir.

**Sonuç:** Bilezik alma uygulamaları "Hachiya" çeşidinde meyve ağırlığını, meyve büyüklüğünü ve toplam kuru madde miktarını önemli ölçüde artırmıştır.

**Keywords:** carbohydrate metabolism, *Diospyros kaki* L., girdling, quality,

**Anahtar sözcükler:** karbonhidrat metabolizması, *Diospyros kaki* L., bilezik alma, kalite,

## INTRODUCTION

Persimmon (*Diospyros kaki* L.) is a species in the Ebenaceae family originating in East Asia, which is also called Japanese persimmon, eastern persimmon, Chinese persimmon, Sharon fruit, kaki or simply persimmon. Many varieties were developed in Japan, Korea and China (Yamada et al., 2012; Uçar Özkan et al., 2013).

Persimmons have proved to be extremely adaptable to extensive ranges of climatic conditions. Persimmon is one of the species that can be cultivated in temperate and subtropical climate zones and has becoming increasingly important in fruit growing regions in Turkey. In recent years, the numbers of intensive persimmon orchards in Turkey, particularly in the Mediterranean region, have been rising gradually each year. It is popular among growers and consumers (Şeker et al., 2018).

The world's total persimmon production was 4,711,458 tons in 2018. China was the highest producer of about 3,168,751 tonnes. About 90% of the production of persimmon was produced in China, Spain (492,320 tons) and Korea (346,679 tons) (FAO, 2020).

According to the Turkish Statistical Institute, Turkey produced 51,317 tons of persimmon in 2019. While Adana (10,422 tonnes) was first place for production of persimmon, Çanakkale (1,814 tonnes) was in ninth position. In addition, Çanakkale is one of the most important provinces for fruit growing in Turkey due to favourable ecological conditions (TUIK, 2020). In the district, many fruit species, including temperate and subtropical fruits, are produced with the highest quality characteristics. Persimmon plantations have increased owing to the enormous interest of local growers (Şeker et al., 2004).

Carbon and nitrogen are two chemical elements in organic matter, and carbon-nitrogen ratio (C:N) is extremely significant. The productivity and growth of a plant are considerably influenced by the relative proportions of carbohydrates and nitrogen. The C:N ratio of fruit trees can be changed through simple horticultural practices like girdling (Gawankar et al., 2019). In many studies, girdling treatments were used to increase fruit quality and yield (Arakawa et al., 1997; Goren et al., 2004). The treatment of girdling of the trunk is done to control excessive shoot growth and to promote early fruiting, especially in young trees (Cutting and Lyne, 1992; Fumuro, 1997). Girdling of the stem temporarily directs photosynthesis products to the above-ground parts of the tree, causing a decrease in root growth. Therefore, growth regulators, such as cytokines, are reduced in the root system (Miller et al., 1994).

Consequently, fruit development accelerates while the vegetative growth of the tree decreases due to girdling effects. In order words, girdling prevents the transport of nutrients from the leaves to the roots by phloem. Girdling applications can increase the photosynthetic assimilation products in the canopy. As a result, fruit set, fruit yield and quality characteristics including size, soluble solid content etc. are increased (Choi et al., 2010). There are numerous studies in which girdling was applied to the trunks or large branches of various fruit species. According to the results of previous studies, when girdling is applied at specific growth stages to several fruit crops, it increased fruit set and fruit quality characteristics. For instance, branch girdling treatment of "Hass" avocado (*Persea americana*) increased the fruit weight by 35% at the stage of rapid fruit growth (Fallahi et al., 2018). In a study carried out with kiwi fruits, Assar et al. (2009) observed that pruning and girdling in early summer provided light canopies and optimum light formation to improve fruit quality. Also in the same research, girdling performance combined with 3:1 and 4:1 leaves to fruit ratios provided higher total soluble solids contents and ascorbic acid in 'Hayward' kiwi fruit. The skin colour of stone fruits (*Prunus spp.*) was developed after trunk girdling treatment at the pit-hardening stage (Choi et al., 2010). In a comprehensive study of girdling treatment in pear (*Pyrus communis*), trees had increased yield compared with non-girdling trees in two seasons (Raffo et al., 2011). Vine girdling treatment of table grapes (*Vitis vinifera*) increased cluster and berry diameters but decreased soluble solid contents and total acidity (Fallahi et al., 2018). Girdling treatments of round seedless grapes increased cluster length, cluster weight and number of berries per cluster (Çoban, 2001). Girdling and scoring applications were equally effective in increasing fruit size of nectarine and peach

(*Prunus persica*) and loquat (*Eriobotrya japonica*). Also, bark girdling treatments may impair trees and vine health if callusing is slow or inadequate (Fernandez-Escobar et al., 1987; Agusti et al., 1998; Agusti et al., 2005; Fallahi et al., 2017). According to Furr et al. (1945), vascular connectivity was re-established much faster after scoring than after girdling in orange (*Citrus sinensis*) trees. Steyn et al. (2008) stated that scoring and girdling treatments of 'Triumph' persimmon caused improved fruit quality and increased yield without decreasing bloom. The increase in fruit properties caused by girdling treatments also reduces shoot growth, but few studies are available about persimmon (Hasegawa and Sobajima 1992; El-Shaikh et al., 1999; Choi et al., 2010). It was concluded that frequency of girdling and scoring treatments might have major long-term effects on apple tree performance (Fallahi et al., 2018).

The aim of this study was to evaluate the effects of different girdling treatments for Hachiya persimmon trees on fruit yield and some pomological characteristics in ecological conditions in Çanakkale. In this article, first year findings are presented.

## **MATERIAL and METHODS**

### **Materials**

The study was carried out in the commercial orchard of a producer in Umurbey in Lapseki District of Çanakkale Province. The persimmon plot in the orchard was established in 2012 by planting grafted seedlings on Caucasian persimmon (*D. lotus* L.) rootstock at 4.5 x 4 planting density and pruned according to the modified leader training system. Persimmon cv. Hachiya cultivar is in the pollination constant astringent (PCA) group. Hachiya fruits have clear orange flesh and remain astringent at the harvesting stage (Yesiloglu et al., 2018). The cultivar is the main persimmon cultivar in commercial orchards in Turkey. The fruits of 'Hachiya' are seedless or have few seeds. Hachiya fruits ripen from the beginning of October to mid-November in ecological conditions in Çanakkale. The fruits of 'Hachiya' are generally used for drying rather than fresh fruit consumption (Çelik and Ercişli, 2010).

### **Methods**

In this research, each tree was accepted as one replicant and three replicants were used for each treatment. Girdling treatments were applied in the orchard on May 10, 2019 at the end of full blossom. Girdling was applied as single girdling (SG), double girdling (DG) and untreated trees were used as control. Tree trunks were girdled by removing a ring of bark 1 cm wide, 20 cm above the graft-union (Figure 1a). In DG treatment, there was 10 cm between the girdling treatments (Figure 1b).

The experiment plot was fertilized by N, P, K and other nutrients during the vegetation period according to Kitagawa and Glucina (1984). The experimental trees were drip irrigated during June – October s by using four sprinklers for each tree. The only insecticide was applied against the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) for fruit protection as per instructions by Çanakkale Directorate of Provincial Agriculture and Forestry. The fruits were harvested on November 2, 2019 when the fruit skin turned light green colour to yellow, then their yield and pomological characteristics were compared.

### **Yield Characteristics**

**Fruit yield:** Fruit yield per tree (kg) and yield per unit section of the trunk section (kg/ cm<sup>2</sup>).

### **Pomological Characteristics**

After harvesting, the fruits in the experiment were directly analysed at the Post-Harvest Physiology Laboratory of Çanakkale Onsekiz Mart University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. Pomological characteristics were determined by measuring fruit weight, fruit width, fruit length, fruit skin colour (L, a, b), pH, titratable acidity (TA) (%), firmness (kg/ cm<sup>2</sup>) and total soluble solid content (TSS) (%). In the study, each tree was accepted as one replicant and there were three replicants for each treatment.



**Figure 1.** a) Single girdling practice; b) Double girdling practice.

**Şekil 1.** a) Tek bilezik alma uygulaması; b. Çift bilezik alma uygulaması.

### Statistical Analysis

The study was set up with three replicants in random blocks according to the trial pattern, and one tree was included in each repetition. The data obtained as a result of the experiment were evaluated using JMP 7.0 statistics program. Significant differences in treatments were compared using LSD test at  $\alpha=0.05$  (SAS, 2019).

## RESULTS and DISCUSSION

The yield per tree and tree trunk cross-section for the treatments are presented in Table 1. According to the obtained results, fruit yield per tree was significantly different among the trees. The highest yield per tree was obtained from controls ( $120.74 \text{ kg tree}^{-1}$ ), and the lowest yield was obtained from SG treatment ( $51.65 \text{ kg tree}^{-1}$ ) and DG treatment ( $57.35 \text{ kg tree}^{-1}$ ). Yesiloglu et al. (2004) stated that the yield per tree varied among persimmon varieties due to genotypic differences. According to their findings, the lowest yield was obtained from 'Hachiya' cultivar. Fajt and Komel (2004) compared nine persimmon varieties in Slovenia. 'Fuji', 'Kaki Tipo' and 'Hachiya' varieties had the highest, whereas 'O'Gosho' and 'Hanna Fuyu' had the lowest yield. As the previous research findings stated that fruit yield varied among different persimmon varieties, fruit yield and quality parameters should be improved by different applications including girdling. Yesiloglu et al. (2009) applied DG treatment on 9-year-old 'Interdonato', 'Kıbrıs', and 'Molla Mehmet' lemon trees. They determined that DG resulted in the highest yield per tree ( $166.64 \text{ kg tree}^{-1}$ ) for the 'Kıbrıs' variety in the first year, contrarily they obtained the lowest yield for control trees in the 'Interdonato' variety ( $19.40 \text{ kg tree}^{-1}$ ) in the second year. Yildiz (2011) determined the yield per tree for two years was  $22.35 \text{ kg tree}^{-1}$ , and the yield per unit area of the trunk section was  $0.20 \text{ kg cm}^{-2}$  for 'Hachiya' variety.

Some of the fruit characteristics (fruit weight, fruit length, fruit width and fruit skin colour) were measured in the post-harvest study. A statistical difference was found in terms of fruit weight, fruit size, fruit width and fruit skin colour ( $L^*$ ,  $b^*$ ,  $a^*$ ) in the examined treatments (Table 2).



**Table 1.** Effects of girdling treatments on fruit yield**Çizelge 1.** Bilezik alma uygulamalarının meyve verimine etkileri

Treatments	Yield per tree (kg tree <sup>-1</sup> )	Yield to tree trunk cross-section (kg cm <sup>-2</sup> )
Control	120.74 a <sup>1</sup>	1.12 a <sup>1</sup>
Single Girdling	51.65 b	0.49 b
Double Girdling	57.35 b	0.58 ab

<sup>1</sup> The differences between the means are shown by separate letters. (P≤0.05).

**Table 2.** Measurement results for fruit weight, fruit length, fruit width, fruit skin colour (L\*, a\*, b\*) parameters after treatments**Çizelge 2.** Uygulamalardan sonra meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve eni, meyve kabuk rengi (L\*, a\*, b\*) parametrelerinin ölçüm sonuçları

Treatments	Fruit weight(g)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Fruit skin colour		
				L*	a*	b*
Control	264.21 c	71.96 c	81.86 c	68.42 a	6.07 b	73.25 b
Single Girdling	299.20 b	76.07 b	85.31 b	68.45 a <sup>1</sup>	9.53 a <sup>1</sup>	76.12 a <sup>1</sup>
Double Girdling	383.23 a <sup>1</sup>	79.22 a <sup>1</sup>	94.71 a <sup>1</sup>	65.35 b	8.14 ab	71.71 b

<sup>1</sup> The differences between the means are shown by separate letters. (P≤0.05).

Fruit weight were different among the treatments. While the largest fruits were obtained from the DG treatments at 383.23 g, the lowest fruit weight was determined in the control treatments (264.21 g). There was 45.05% difference between DG and control fruits. So, DG application resulted in larger fruits. This could be particularly important for markets demanding large fruit.

'Hachiya' fruit weight from the trees without girdling treatments were reported in previous studies. The fruit weight was 215 g in Antalya (Onur, 1995); 152 g in Adana (Yeşiloğlu et al. 2004); and 203.94 g in Dörtüyl (Yıldız, 2011). Contrarily, Choi et al. (2010), reported that girdling had no statistically significant effect on the fruit weight of 'Fuyu' persimmon cultivar. This difference could be due to cultivar characteristics and ecological conditions.

When the fruit length and diameter of the treatments are considered, they had similarities to fruit weight. The highest values were obtained with the fruit length 79.22 mm and fruit width 94.71 mm in the DG treatment. Onur (1995) reported that fruit width was 74.00 mm and fruit length was 64.07 mm for the 'Hachiya' variety in Antalya, while Yıldız (2011) calculated that the fruit width was 67.72 mm and the fruit length was 69.06 mm in Dörtüyl. Şeker et al. (2004) detected that fruit width varied between 32.87-77.58 mm and fruit length between 32.40-74.81 mm in Çanakkale.

The fruit length and width are generally parallel to the fruit weight and these parameters vary depending on the age and yield characteristics as well as variety, ecological conditions and cultural management (irrigation, fertilization, pruning etc.) (Ağaoğlu et al., 2001).

Fruit skin colour changed among the treatments and the findings are presented in Table 2. L\* value indicates the changes in the brightness of the colour and reaches maximum value as the L\* value approaches 100. The L\* value for the fruit skin colour was highest from control (68.42) and SG treatments (68.45). The lowest L\* value was obtained from DG treatment (65.35). The a\* values, with positive value symbolizing red colour and the negative values symbolizing green colour, were highest for the (9.53) DG treatment and lowest at 6.07 for the controls. The b\* positive values represent yellow and negative values represent blue. The highest value was obtained from the SG treatment (76.12). The lowest values were obtained from the DG treatment (71.71) and control (73.25). Çelik et al. (2008) reported that L\* value was 63.39, a\* value was 32.29 and b\* value was 62.04 for the external appearance

of 'Hachiya' in Artvin. Choi et al. (2010) found different skin colour values with different girdling treatments. These differences occurring in the colouring of the fruits can vary depending on the ecological conditions (light, temperature difference between day and night etc.) and cultural management techniques (pruning, irrigation, fertilization etc.) (Mowat (2003a; 2003b)).

There were no statistically significant differences in terms of pH, TA (%) and fruit firmness (kg/cm<sup>2</sup>) in the fruits from treated and untreated trees. However, TSS (%) values varied among the treatments (Table 3). The highest TSS (%) value was obtained from the DG (17.13) treatment. Choi et al. (2010) stated that girdling treatments on 'Fuyu' trees had no statistically significant effect on TSS content. The soluble solid content of the fruit could be affected by genotype, environmental and seasonal conditions, total yield, lighting position of tree and maturity of the fruit (Bassi et al., 2016).

**Table 3.** Measurement results for pH, TSS (%), TA (%), and firmness (kg/cm<sup>2</sup>) parameters after treatments

**Çizelge 3.** Uygulamalardan pH, Suda çözünebilir toplam kuru madde içeriği (TSS), Titre edilebilir asitlik (TA) (%), Meyve eti sertliği (kg / cm<sup>2</sup>) parametrelerinin ölçüm sonuçları

Treatments	pH	TSS (%)	TA (%)	Firmness (kg/cm <sup>2</sup> )
Control	5.32 a	15.50 b	3.30 a	13.26 a
Single Girdling	5.27 a	16.17 ab	3.03 a	16.75 a
Double Girdling	5.32 a	17,13 a1	3.23 a	13.95 a

<sup>1</sup> The differences between the means are shown by separate letters. (P≤0.05).

## CONCLUSION

Preliminary results from the study showed that girdling treatments may be helpful for quality improvement of "Hachiya" persimmon fruits. In conclusion, girdling treatments significantly increased fruit weight, fruit size and TSS (%) in 'Hachiya' cultivar. On the other hand, the effects of girdling treatments on yield should be surveyed in long-term studies because the yield is affected by many effects such as biotic (disease and pests) and abiotic factors (fertilization, watering, pruning and other cultural processes) in persimmon orchards. The girdling treatment of persimmon trees may have potential similar to vineyards and some temperate fruit crops such as pome and stone fruits; however, there are limited studies about persimmon fruit trees. Undoubtedly, girdling treatments have strong effects on carbohydrate metabolism, accumulation of assimilates, amount of carbohydrates, uptake of nutrients and key activities of many enzymes in the trees. The data on this research was obtained from one year evaluation; however, the study should be repeated and enlarged by determining the cumulative yield effects and pomological characteristics in the following years.

## REFERENCES

- Ağaoğlu, Y.S., H. Çelik, M. Çelik, Y. Fidan, Y. Gülşen, A. Günay, N. Halloran, A.İ. Köksal & R. Yanmaz, 2001. Genel Bahçe Bitkileri. AÜ Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:5, 369 s.
- Agusti, M., I. Andreu, M. Juan, V. Almela & L. Zacarias, 1998. Effects of ringing branches on fruit size and maturity of peach and nectarine cultivars. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 73(4): 537–540. <https://doi.org/10.1080/14620316.1998.11511011>
- Agusti, M.N., J.M. Gariglio, V. Almela, C. Mesejo & A. Martínez-Fuentes, 2005. Effect of branch scoring on fruit development in loquat. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 80(3): 370–374. <https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511946>
- Arakawa, O., K. Kanno, A. Kanetsuka & Y. Shiozaki, 1997. Effects of girdling and bark inversion on tree growth and fruit quality of apple. Acta Hort. 451: 579-586. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.451.67>

- Assar, P., S. Eshghi, E. Tafazoli, M. Rahemi, Y.G. Khazaeipoul & A.S. Monfared, 2009. Improving fruit quality in 'Hayward' kiwifruit using proper leaf to fruit ratios and girdling. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 50(6): 481-486.
- Bassi, D., I. Mignani, A. Spinardi & D. Tura, 2016. "Peach (*Prunus persica* (L.) Batsch), 535-569". In: *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. (Eds. M. Simmonds & V.R. Preedy), Milano, Italy, 774 pp.
- Çelik, A. & S. Ercişli, 2010. Persimmon cv. Hachiya (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit: some physical, chemical and nutritional properties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(7-8): 599-606. <https://doi.org/10.1080/09637480701538221>
- Choi, S.T., W.D. Song, D.S. Park & S.M. Kang, 2010. Effect of different girdling dates on tree growth, fruit characteristics and reserve accumulation in a late maturing persimmon. *Scientia Horticulturae*, 126(2): 152-156. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.06.026>
- Çoban, H., 2001. Sofralık üzüm kalitesini artırıcı bazı kültürel uygulamaların etkileri üzerine araştırmalar, *Anadolu J. of Aegean Agricultural Research Institute*, 11 (2):76-88.
- Cutting, J. G. M. & M.C. Lyne, 1993. Girdling and the reduction in shoot xylem sap concentrations of cytokinins and gibberellins in peach, *Journal of Horticultural Science*, 68(4): 619-626. <https://doi.org/10.1080/00221589.1993.11516393>
- El-Shaikh, A., B.M. Khalil & A.Y. Hamza, 1999. The Effect of Girdling and Some Growth Regulators on Fruit Drop of Persimmon. *Egypt. J. Agric. Res.* 77(4): 1707.
- Fajt, N. & E. Komel, 2004. "Evaluation of nine persimmon varieties in Northern Primorska, 655-659". *Proceedings 1st Slovenian fruit growing congress (24-26 March 2004, Krško, Slovenia), Zbornik referatov No:1*, 817 pp.
- Fallahi, E., A. Tehranifar & A. Gharaghani, 2017. cluster management to improve berry quality in young 'Alborz' table grape in the Intermountain West Region, USA. *International Journal of Fruit Science*, 17(4): 349-357. <https://doi.org/10.1080/15538362.2017.1315629>
- Fallahi, E., M.J. Kiestler, B. Fallahi & S. Mahdavi, 2018. Rootstock, canopy architecture, bark girdling, and scoring influence on growth, productivity, and fruit quality at harvest in 'Aztec Fuji' apple. *Hortscience*, 53(11): 1629-1633. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13348-18>
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (Date accessed: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>) (Date accessed: September 2020).
- Fernandez-Escobar, R., R. Martin, P. Lopez-Rivares & M. Paz Suarez, 1987. Girdling as a means of increasing fruit size and earliness in peach and nectarine cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 62(4): 463-468. <https://doi.org/10.1080/14620316.1987.11515807>
- Fumuro, M., 1997. Trunk girdling at an early stage of shoot elongation affects dry matter production and partitioning in japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.) cv. Tonewase. *Journal of The Japanese Society for Horticultural Science*, 66(3/4): 481-488. <https://doi.org/10.2503/jjshs.66.481>
- Furr, J.R., P.C. Reece & G. Hrnčiar. 1945. Nitrogen absorption of ringed orange trees in sand culture. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 46: 51-54.
- Gawankar, M. S., P.M. Haldankar, B.R. Salvi, Y.R. Parulekar, N.V. Dalvi, M.M. Kulkarni, Y.S. Saitwal & N.A. Nalage, 2019. Effect of Girdling on Induction of Flowering and Quality of Fruits in Horticultural Crops- A Review. *Advanced Agricultural Research & Technology Journal*, 3(2):201-215.
- Goren, R., M. Huberman & E.E. Goldschmidt, 2004. "Girdling: Physiological and Horticultural Aspects, 1-36". In: *Horticultural Review* vol. 30 (Ed. J. Janick), United States of America, 526 pp. <https://doi.org/10.1002/9780470650837.ch1>
- Hasegawa, K. & M. Sobajima, 1992. The effect of strapping of secondary scaffold branches with wires on fruit set, fruit quality and flower bud formation in persimmon (*Diospyros kaki*, L.). *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 36(1): 14-20. <https://doi.org/10.11248/jsta1957.36.14>
- Kitagawa, H. & P.G. Glucina, 1984. *Persimmon Culture in New Zealand*. New Zealand Department of Scientific and Industrial Research, DSIR Information Series No: 159, 73 pp.
- Miller, E.P. & T.E. Crocker, 1994. *Oriental Persimmons in Florida*. Cooperative Extension Service, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. Gainesville, 15 p.

- Mowat, A.D., 2003a. Fruit development patterns of persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown under a cool climate. *Acta Hortic.*, 601: 113-119. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.601.15>
- Mowat, A.D., 2003b. Characterisation of vegetative growth and productivity patterns between New Zealand persimmon orchards. *Acta Hortic.*, 601: 121- 128. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.601.16>
- Onur, S., 1995. Trabzon Hurması Çeşitlerinin Adaptasyonu. *Derim*, 12(1): 8-18.
- Raffo, M. D., P. Calvo, V. De Angelis, L. Mañueco, S. Ziaurriz & F. Menni, 2011. Effects of trunk girdling, on fruit productions, fruit size, and tree vigor on 'Bartlett' Pears in Rio Negro and Neuquén Valley, Argentina. *Acta Hortic.*, 909: 645–650. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.909.78>
- SAS, 2019. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Şeker, M., E. Gür, N. Ekinci & M.A. Gündoğdu, 2018. Artvin hurması (*Diospyros lotus* L.) üzerine aşılantmış Trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) çeşitlerinin peroksidaz enzim aktiviteleri arasındaki farklılıkların incelenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 35: 264-267. <https://doi.org/10.13002/jafag4501>
- Şeker, M., K. Kaynaş & Z. Aktaş, 2004. "Çanakkale yöresinden seçilmiş bazı trabzon hurması tiplerinin fenolojik ve pomolojik özellikleri, 23-29". I. Trabzon Hurması Yetiştirme ve Pazarlama Sempozyumu (25-26 Kasım 2004, Ünye-Ordu).
- Steyn, W.J., S.F. Ungerer & K.I. Theron, 2008. Scoring and girdling, but not GA, increase yield without decreasing return bloom in 'triumph' persimmon. *American Society for Horticultural Science* 43(7) :2022–2026. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.43.7.2022>
- TUIK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. (Date accessed: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas>) (Date accessed: September 2020).
- Uçar Özkan, H. & H. Z. Can, 2013. Farklı dönemlerde hasat edilen trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) meyvelerinin kalite özelliklerinin araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 50 (2): 137-144.
- Yamada M., E. Giordani & K. Yonemori, 2012. "Persimmon, 663-693". In: *Fruit Breeding*. (Eds. M.L. Badness & D.H. Byrne), Springer, New York, 875 pp.
- Yeşiloğlu T. & E.C. Acikalin, 2009. "Effects of double girdling applications on fruit yield, pomological characteristics and leaf carbohydrates of some lemon cultivars", *Asian Journal of Chemistry*, vol.21, pp.1828-1834.
- Yeşiloğlu T., B. Çimen, M. İncesu & B. Yılmaz, 2018. "Genetic diversity and breeding of persimmon". In: *Breeding and Health Benefits of Fruit and Nut Crops* (Eds: J. Soneji & M. Nageswara-Rao. IntechOpen Limited, London. 158 pp.
- Yeşiloğlu, T., Ö. Tuzcu, B. Yıldırım, M. Uysal Kamiloğlu & M. İncesu, 2004. "Adana ekolojik koşullarında bazı önemli trabzon hurması (*Diospyros kaki* L.) çeşitlerinin meyve özelliklerinin belirlenmesi, 60-68". I. Trabzon Hurması Yetiştirme ve Pazarlama Sempozyumu (25-26 Kasım 2004, Ünye-Ordu).
- Yıldız, E., 2011. Fruit Yield and Quality of Different Persimmon Cultivars and Seasonal Change of Plant Nutrients, Carbohydrates and Some Substances in Fruit Composition. Mustafa Kemal University, Institute of Natural and Applied Science, Department of Horticulture. PhD. Thesis. Hatay, Turkey, 344 pp.

**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):489-502  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.893641>

Türkey ARSLAN<sup>1</sup> 

Rezzan KASIM<sup>2</sup> 

Mehmet Ufuk KASIM<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Kocaeli University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, 41001, Kocaeli, Turkey

<sup>2</sup> Kocaeli University, Faculty of Agriculture Department of Horticulture, 41285, Kartepe-Kocaeli, Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[rkasim@kocaeli.edu.tr](mailto:rkasim@kocaeli.edu.tr)

## Blue LED lighting improves the postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. Zahide F<sub>1</sub>) fruits

Mavi LED ile aydınlatma domates meyvelerinin (*Solanum lycopersicum* L. cv. Zahide) hasat sonrası kalitesini artırır

Received (Alınış): 11.03.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 13.05.2021

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to investigate the effects of different wavelengths of LED lighting on the postharvest quality of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L. cv. Zahide) during breaker harvest stages..

**Material and Methods:** Harvested tomato fruits were placed on 500 g polystyrene foam dishes and wrapped with stretch film. They then were stored in 4±1°C temperature and 85-90% relative humidity for 42 days under the red (R), blue (B), green (G) and white (W) LED light conditions. The fruits stored in the dark were used as control (C).

**Results:** R and W LED treatments increased hue angle value, yellowness index value, and fruit firmness of tomatoes. Blue LED lighting, also decreased electrolyte leakage that indicates delaying senescence. It was also found that blue and red LED lighting delayed fruit decay.

**Conclusion:** As a conclusion, it could be satated that the blue LED lighting was found to be more effective than the red, white and green LED light in maintaining the quality of the tomatoes harvested at the breaking stage.

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada kırılma döneminde hasat edilen domates (*Solanum lycopersicum* L. cv. Zahide) meyvelerinin farklı dalga boylarındaki LED ile aydınlatılmasının hasat sonrası kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Hasat edilen domatesler 500 g polistiren köpük tabaklara yerleştirilmiş ve üzeri streç filmle sarılmıştır. Ardından meyveler 4±1°C sıcaklık ve %85-90 oransal nem içeren odada, kırmızı (R), mavi (B), yeşil (G) ve beyaz (W) ışık şartları altında 42 gün süreyle depolanmıştır. Karanlıkta depolanan meyveler kontrol (C) olarak kullanılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** R ve W LED uygulamaları, meyvelerin hue açısı, sarılık indeksi ve meyve eti sertliğini arttırmıştır. Mavi LED aydınlatma ayrıca yaşlanmanın geciktiğinin göstergesi olan elektrolit sızıntısını azaltmıştır. Ek olarak mavi ve kırmızı LED aydınlatma meyve çürümelerini geciktirmiştir.

**Sonuç:** Sonuç olarak, mavi LED aydınlatmanın kırılma döneminde hasat edilen domateslerin hasat sonrası kalitesinin korunmasında kırmızı, beyaz ve yeşil LED ışıktan daha etkili olduğu bulunmuştur.

**Keywords:** Color, decay, electrolyte leakage, LED light, storage, tomato

**Anahtar sözcükler:** Renk, çürüme, elektrolit sızıntısı, LED ışık, depolama, domates

## INTRODUCTION

Although tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is classified as botanical fruit, it is considered a vegetable in Turkey and it is rich in fiber, vitamins A and C, lycopene, and other carotenoids (Gharezi et al. 2012) and flavonoids (Lei et al. 2016). Epidemiological studies have shown that the increase in consumption of lycopene i.e tomato reduces the formation of cardiovascular diseases and some types of cancer (Meena et al. 2015). Tomato is one of the most consumed vegetables in the world. According to the FAO 2016 data, the tomato has a share of 13% with 180.8 million tons in the production of fresh vegetables, which is 1.13 billion tons. Turkey has ranked fourth with 12.8 million tons production after China (62.86 million tonnes), and India (19.0 million tons) in World tomato production (FAOSTAT 2019).

Tomato is a climacteric fruit and continues ripening after harvest. This climacteric ethylene rises increasing the taste of the fruit, whereas it also stimulates senescence. So the storage period of tomatoes after harvest is shortened, that this period is limited to 2-3 weeks in fully ripe tomatoes (Gharezi et al. 2012). Therefore, different methods have been used to regulate the time of postharvest ethylene synthesis in tomatoes, such as cold storage, controlled atmosphere storage or modified atmosphere package systems, 1-MCP, ozone treatments, edible coating, and irradiation treatments.

Although irradiation treatments were made with gamma and ultraviolet irradiation techniques at the beginning, in recent years, light-emitting diode (LED) technology also applied for this purpose. In previous studies, it was determined that the blue LED (400  $\mu\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$ ; 465 nm) was effective on yellow color formation in citrus fruits (Deng et al. 2016), red LED (50  $\mu\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$ , 660 nm) increased carotenoid accumulation in mandarin (Ma et al. 2012), and also a green LED light increased the chlorophyll content in cabbage and broccoli (Lee et al. 2014).

The LED light treatment is also effective on the biochemical components of fruits and vegetables. Studies have shown that the LED light application affects the amount of phenolic substance. Accordingly, yellow LED (590 nm) in apple, tomato, and red bell pepper, and green LED light application in broccoli (Kokalj et al. 2016) resulted in an increase in the amount of phenolic substance (Ma et al. 2015). LED light applications also increased the anthocyanin content found in fruits and vegetables. The previous studies indicated that blue and green LEDs (500-600 nm, Kanazawa et al. 2012) increased the anthocyanin content of grapes and strawberries (Kim et al. 2011; Kondo et al. 2014; Xu et al. 2014a) respectively

LED light applications reduce the microorganism load on the surface of fruits and vegetables and prolong the storage period of the product. It was found that the application of blue LED light (465 nm, 80 $\mu\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$ ) on Satsuma mandarins (*Citrus unshiu* Marc.) inoculated with *Penicillium italicum*, showed an antifungal effect against blue mold (Yamaga et al. 2015).

The reactions of fruit and vegetables against LED light applications are different according to the color of the lamp because the effectiveness of lamps of different colors is different due to the wavelength. Therefore, the effectiveness of LED lamps on the post-harvest quality of fruits and vegetables is worth examining for all types, varieties, and the color for each plant. Hence, a study was conducted and the objective of this study was to determine the effects of four different LED light applications such as red, blue, green, and white, in maintaining the postharvest quality of tomato fruits harvested during the breaking period.

## MATERIAL and METHODS

### Plant material

In this study, Zahide F<sub>1</sub> tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv. Zahide F<sub>1</sub>) variety was used as plant material. Tomato fruits were taken from the greenhouse of a producer in Bayraktar village, the Izmit district of Kocaeli province. The coordinates of the greenhouse are at 30° 4'41.97 " latitude and 40°

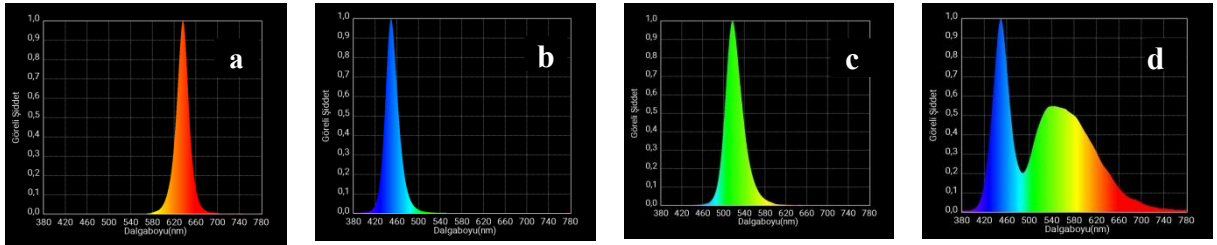
47°9.68 " longitude, and it is a block greenhouse with 16 m x 50 m dimensions. Tomato seedlings were planted in the greenhouse on the 15th of April, 2017, as in double rows and using 60 x 50 x 90-row spacing and distance, by the grower. The tomato fruits used in experiments were harvested according to Kasım and Kasım (2015) while they were in the breaker stage (when pink or red color dominates at most 10% of the surface), at 11:00 am on the 11th of July 2017. The tomato fruits on the second cluster of plants were used in the experiment. The harvested tomatoes are arranged in a single row in the crates and were quickly (in one hour) transported to Postharvest Physiology Laboratory at Kocaeli University Arslanbey Vocational School.

### LED (Light-emitting diode) lighting apparatus

Four different LED apparatuses were prepared as red, blue, green, and white. The apparatuses were made from a wooden frame in the dimensions of 1 m x 1 m x 0.8 m a 5 m LED strip for each color was mounted on each frame. The distance between tomatoes and LED lamps was set at 40 cm. The surroundings of the device were covered with black polyethylene to prevent lights from the outside (Kasım and Kasım, 2017). Tomatoes stored in completely dark were used as controls for comparison purposes.

### Red (R), blue (B), green (G), and white (W) LED treatments

After the tomato fruits were packaged, they were placed under the R, B, G, and W LED lighting devices prepared in the cold storage and continuously illuminated during storage. The wavelengths and properties of the LED lights were determined using the Asensek Lighting Passport Essence device (Figure 1). The photosynthetic photon flow density (PPFD) and photosynthetic photon flow density efficiency (YFPD) values of the LED light sources used are tabulated in Table 1.



**Figure 1.** Wavelengths and relative intensities of R (a), B (b), G (c) and W (d) LED lights applied to tomato fruits.

**Şekil 1.** Domates meyvelerine uygulanan R (a), B (b), G (c) ve W (d) LED ışıklarının dalga boyları ve bağıl yoğunlukları.

**Table 1.** PPFD and YFPD values of the LED light sources used in the experiment

**Çizelge 1.** Denemede kullanılan LED ışık kaynaklarının PPFD ve YFPD değerleri

Light sources	Wavelength (nm)	PPFD ( $\mu\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$ )	YFPD ( $\mu\text{mol} / \text{m}^2\text{s}$ )
R	600-700	2.0256	1.9631
B	400-499	6.8933	5.0702
G	518	3.6520	2.8058
W	449	6.7503	5.5264

### Packaging and storage conditions

In the experiment, tomatoes were placed in 500 g of yellow foam dishes as three tomatoes in each and covered with stretch film. Three replications that composed of three packages were used in all treatments. The packaged tomato fruits were placed in a cold storage room with a temperature of  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  and 85-90% relative humidity and stored for 42 days.

### Methods

The total soluble phenol content of tomatoes were found according to the method as used by González-Aguilar et al. (2005). The total soluble phenol content of tomatoes was calculated as the caffeic acid equivalent (CAE, mg / 100 mL) using the standard curve. Color measurements were made on a total of nine fruits in each application, in three different regions of each fruit, using a color meter device (Minolta CR 400 Chroma; Minolta Co., Osaka, Japan) and D65 lighting.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  color space coordinates (CIELAB) have been used to express the fruit color. The colorimeter was calibrated with the instrument's white standard calibration plate ( $L^* = 97.52$ ;  $a^* = -5.06$ ;  $b^* = 3.57$ ) at the start of the measurement (McGuire 1992, Lancaster et al. 1997). In addition, by using the obtained data; since  $a^* > 0$  and  $b^* > 0$ , hue angle, according to the formula  $h^\circ = \arctan(b^* / a^*)$  (Kasım and Kasım, 2015). The amount of total soluble solids in tomato juice was measured using Atago DR-A1 digital refractometer (Atago Co. Ltd. Japan) and expressed as (%) (Eroğul and Özmen 2020). The fructose, glucose and sucrose content of tomatoes were determined by the method used by Kasım and Kasım (2015). The amount of fructose, glucose, and sucrose contained in the tomatoes was calculated using the standard curve (%). Titratable acidity was calculated according to Karaçalı (2006). The flesh firmness was measured from the equatorial region of the fruit and three different points at an angle distance of  $120^\circ$  from each other using a digital penetrometer. The measurements were achieved on three fruit of each replicate, and three repetitions were used in each treatment. A device that has a 7.9 mm conical diameter tip was used in the measurements for expressing the flesh firmness (N). The electrolyte leakage content of tomatoes was calculated as suggested by Kasım ve Kasım (2017). Weight loss measurements were also made with the same samples at the start of the experiment and in seven days intervals and weight losses were calculated as (%) by proportioning to the initial values. To determine the decay rate, decayed tomatoes in all treatments during each analysis period were determined. The decay rate was calculated by proportioning infected fruits to the total number of fruits and expressed as a percentage.

### Statistical analysis

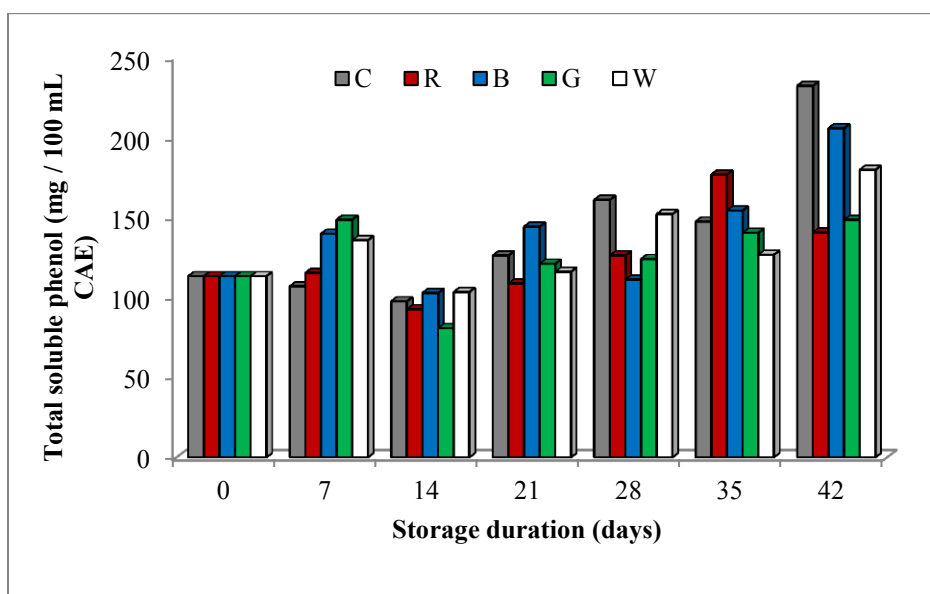
The experiment was established, carried out, and evaluated with three replicates and three fruit for each replicate. The data obtained in this study were then analyzed using the SPSS 16 package program, and the differences between the means were found within the 5% error limits %95 probability level mi olacak? using Duncan multiple comparison test.

## RESULTS and DISCUSSION

**Total soluble phenol content (TSP, mg / 100 mL CAE):** In the study, the amount of TSP increased in all applications during storage (Figure 2). However, the highest TSP was measured in the control group (140.70 CAE) and this was followed by B, W, G, and R (138.74, 138.74, 125.25, 124.86 mg / 100 mL CAE), respectively. Even though the difference between C with R and G treatments was statistically significant ( $p < 0.05$ ); there was no significant difference between B and W. Phenolic compounds were considered to play a key role as defense compounds against environmental stresses such as high light, low temperature, pathogen infection, and nutrient deficiency in plants (Lattanzio, 2013). Chalker-Scott et al. (2018) found a positive relationship between the increase of light intensity and the amount of phenolic substance. In the current study, it was found that the amount of TSP generally increased during storage in all treatments, and also the TSP content increased by 56% in the R



treatment according to the initial value and was followed by B (36%), C (30%), G (24%), and W (12%), respectively. On the other hand, it could also be stated that blue light is more effective than other treatments in terms of preserving the amount of TSP during storage. In the present study, the increase in TSP content in all treatments is confirmed by the findings of the study conducted by Lattanzio (2013). Also, similar to the present study, the yellow LED (590 nm) treatment was found to increase the total amount of phenolic compounds in tomatoes (Kokalj et al., 2016). It was also found that red LED, ultraviolet (UV) light, and red LED + UV treatments increase the content of phenolic substances during storage in green ripe harvested tomatoes (Panjai et al. 2017).



**Figure 2.** Changes in the total soluble phenol content in tomato fruits treated with LEDs in different colors.

**Şekil 2.** Farklı renklerde LED ışık uygulanan domateslerin toplam çözümlü fenol miktarındaki değişimler.

**Color values ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $h^\circ$ ):** In the study, it found that the overall  $L^*$  color value decreased during storage in all treatments (Table 2). However, it was determined that the highest  $L^*$  color value is in the C treatment (51.85), whereas the lowest is in the G (50.48). The  $a^*$  values were varied from 5.19 to 7.02 initially, whereas increased until the 28th days (17.16 - 18.52), and after that decreased (13.75 - 14.74) at the end of the storage (Table 2).  $b^*$  color values generally decreased in all treatments during storage (Table 2). In the research, however, the lowest  $b^*$  color value was measured in C treatment as 15.77, while the highest one was found in the R (16.79). It was detected that the highest  $h^\circ$  value was in W treatment (51.88) and this was followed by R (50.68), G (49.83), C (49.62), and B (49.51) treatments (Table 2). In general, it was detected that color  $L^*$  values have decreased in all treatments as compared to initial values. However,  $L^*$  values of tomatoes in C and W treatments higher than G treatment. The increasing of  $L^*$  values shows a rise in the brightness of fruits and having a lighter color. As a matter of fact that  $a^*$  color values were lower in C and W treatments support this result. Kasım and Kasım (2015) stated that UV-B treatments at two different doses (0.564 kJ / m<sup>2</sup>, 1.128 kJ / m<sup>2</sup>) to tomatoes which harvested break, pink and red decreased the  $L^*$  color values during storage. Similar results were obtained in this study.  $a^*$  values increased until the 28th day of storage and then decreased in all treatments. Similar to the present study, it was detected that  $a^*$  color value of Belle tomato variety fruits harvested at the semi-red mature stage and stored at 5°C and 10°C for 28 days increased at both temperatures and during the storage period (Žnidarčič et al. 2010). Again it stated that  $a^*$  color value increased (Kasım and Kasım, 2015) in the fruits of the Tayfun F<sub>1</sub> tomato variety harvested at the pink mature stage and stored for 28 days.

**Table 2.** L\*, a\*, b\*, h° values in tomato fruits treated with different colors of LED**Çizelge 2.** Farklı LED ışık uygulanan domates meyvelerinin L\*, a\*, b\*, h° değerleri

	Storage duration (days)	C	R	B	G	W	Time Avg.*
L*	0	57.66	55.09	56.41	55.93	56.47	<b>56.31 a</b>
	7	54.2	53.9	53.21	53.2	53.16	<b>53.53 b</b>
	14	52.33	50.71	51.23	52.39	52.21	<b>51.78 c</b>
	21	52.02	50.79	51.12	50.73	51.21	<b>51.17 c</b>
	28	50.09	49.89	49.17	47.98	50.37	<b>49.50 d</b>
	35	50.4	49.43	48.64	48.94	49.77	<b>49.44 d</b>
	42	46.27	45.55	44.75	44.17	43.78	<b>44.90 e</b>
	<b>Treatment Avg.**</b>	<b>51.85 a</b>	<b>50.77 b</b>	<b>50.65 b</b>	<b>50.48 b</b>	<b>51.00 b</b>	
a*	0	5.19	6.06	7.02	5.87	5.61	<b>5.95 e</b>
	7	11.67	11.52	12.61	12.47	10.67	<b>11.79 d</b>
	14	14.73	14.45	15.02	14.74	14.13	<b>14.61 c</b>
	21	16.38	17.19	15.9	16.04	16.95	<b>16.49 ab</b>
	28	17.16	17.76	17.45	18.52	16.55	<b>17.49 a</b>
	35	15.79	16.91	16.4	16.39	15.72	<b>16.24 b</b>
	42	14.55	14.74	13.75	13.84	14.09	<b>14.20 c</b>
	<b>Treatment Avg.</b>	<b>13.64 a</b>	<b>14.09 a</b>	<b>14.02 a</b>	<b>13.98 a</b>	<b>13.39 a</b>	
b*	0	19.26	18.75	16.42	17.88	19.7	<b>18.40 a</b>
	7	17.02	17.29	16.75	17.15	17.35	<b>17.11 b</b>
	14	15.83	16.77	16.73	16.35	17.13	<b>16.56 bc</b>
	21	16.04	17.98	16.41	15.39	17.17	<b>16.60bc</b>
	28	14.92	16.04	15.94	16.51	15.97	<b>15.88 c</b>
	35	14.54	17.23	16.98	16.53	15.14	<b>16.08 c</b>
	42	12.76	13.49	13.68	13.48	14.94	<b>13.67 d</b>
	<b>Treatment Avg.</b>	<b>15.77 b</b>	<b>16.79 a</b>	<b>16.13 ab</b>	<b>16.18 ab</b>	<b>16.77 a</b>	
h°	0	75.03	72.11	66.04	71.85	74.14	<b>71.83 a</b>
	7	55.57	56.33	53.01	53.94	58.47	<b>55.46 b</b>
	14	47.09	49.27	48.12	47.97	50.56	<b>48.60 c</b>
	21	44.44	46.28	45.9	43.82	45.42	<b>45.17 d</b>
	28	41.01	42.1	42.41	41.74	43.98	<b>42.25 e</b>
	35	42.64	45.66	46.01	45.36	43.84	<b>44.70 d</b>
	42	41.53	42.99	45.04	44.13	46.78	<b>44.09 de</b>
	<b>Treatment Avg.</b>	<b>49.62 b</b>	<b>50.68 ab</b>	<b>49.51 b</b>	<b>49.83 b</b>	<b>51.88 a</b>	

C: Control, R: Red LED, B: Blue LED, G: Green LED, W: White LED \* The different letters in line represent the significant differences among the storage duration at the level of  $p < 0.05$ , \*\* The different letters in column represent the significant differences among the treatments at the level of  $p < 0.05$ .

In this study, it was also found that the color  $a^*$  values of tomatoes stored under red and blue LED light was higher than other treatments. Liu et al. (2009) found that the  $a^*$  and  $b^*$  values of tomatoes harvested at breaking the mature stage were slightly but significantly affected by daily pulsed UV-C, red light, or sunlight treatments during 21 days. So, a similar trend to the previous study results was also observed in the present study in which color  $a^*$  values of tomatoes were affected by light treatments, particularly red and blue LEDs. Color  $b^*$  of tomatoes decreased in all treatments during storage, and a similar result was detected from hue ( $h^\circ$ ) values. However, it had found that the color  $h^\circ$  and  $b^*$  values of tomatoes in R and W treatments are higher than the other applications. Thus, it is thought that the forming of red color delayed by these treatments. Abiotic stress conditions are effective in the color

formation of fruits. Light has also a significant regulatory role in the ripening process. Lavdas (2016) found that blue light accelerated softening and ethylene synthesis of tomato fruits, and also Zhang et al. (2020) stated that ripening and also the color transition of wild-type tomato fruit grown under supplementary red light accelerated, and also they declared that it was due to associated with the increased expressions of genes encoding ripening-related regulators and ethylene biosynthesis. Furthermore, Huang et al. (2018) found that the ripening of bananas was accelerated by blue light followed by red and green, and observed that under the irradiation of LED lights, faster peel de-greening and flesh softening, and increased ethylene production and respiration rate during storage. So in the present study, it is thought that the blue and green light may be more accelerated production of ethylene than the red and white light, and therefore the red color formation is high in tomatoes under blue and green light.

**Total soluble solid (TSS) content (%):** In the study, the TSS content, which increased until the 7th day of storage in all treatments except the B, decreased in all applications from this period to the 28th day of the storage, except R. Also, the amount of TSS, which was 4.7 at the beginning and varied between 4.1 and 4.5 at the end of the storage period, but there was no statistically significant difference between the treatments ( $p>0.05$ ) (Table 3). TSS expresses sugar and minerals are present in fruits and vegetables, and generally increased during ripening and storage. During maturation, the cell wall polysaccharides, hemicellulose, and pectins are broken down and provide the release of oligosaccharides called simple sugars (Dumvilli and Fry, 2000). Azzolini (2005), stated that the amount of TSS depends on the maturation stage, and in general, the content increases during the maturation due to the hydrolysis of polysaccharides for respiratory protection. In the study, it found that the amount of TSS of tomatoes increased to the 7th day of storage, and this increase continued to the 21st day for R, and then decreased in all treatments until the end of the storage period. Islam et al. (2012) determined that the TSS content of tomatoes rose from 4.20% to 5.00% after 7 days at room temperature, whereas from 4.10% to 4.90% during 17 days of storage in the low energy cooling chamber. In the present study, the amount of TSS of tomatoes increased in G and B until the 14th day and in R with the 28th day as similar to findings by Islam et al. (2012), and then decreased until the end of the storage period. It was thought that this result is due to the harvesting of the tomatoes used in the study during the breaking stage, and the amount of TSS increased primarily due to ripening and then decreased as a result of aging and respiration. Also, Lei et al. (2016) stated that continuously red and blue LED illumination at 4°C temperature during 20 days caused the highest TSS content of cherry tomatoes, which harvested the breaker stage at the 10th day of storage. Lei et al. (2016) also declared that this treatment significantly delayed the decreasing of the TSS content of cherry tomatoes. The results of this study, in which R treatment increased the TSS content of tomatoes until the 28th day of storage, were found similar to the findings by Lei et al. (2016).

**Fructose, glucose and sucrose content (%):** The fructose content of tomatoes except for R treatment first increased to the 7th day of storage, then decreased (14th day), after that increased again on the day of 21 (Table 3). The highest fructose content, however, was found in control (0.229%), followed by B (0.228%), G (0.221%), R (0.218%) and W (0.216) treatments. Also, there were insignificant differences among C, B, and G treatments, whereas significant differences between these treatments with R and W ( $p<0.05$ ). In the study, it was determined that tomatoes in C (0.224%) have the highest glucose content and are followed by B (0.219%), G (0.214%), R (0.213%), and W (0.208%). The sucrose content of tomatoes in all treatments was 0.51%, and it showed an increase at the day of seven except for B and ranged 0.052-0.055% (Table 3). Then, it decreased until at the end of storage and reached the initial level. However, the highest sucrose content was found in C (0.0510%), whereas the lowest value was in B (0.0503%), but the differences among these two treatments were not statistically significant ( $p>0.05$ , Table 3). The fructose content of tomatoes fluctuated until the 21st day of storage, but generally the fructose content of tomatoes in C was higher than the other treatments. Therefore, it could be stated that the LED light treatments caused a decrease in fructose content. However, it has been thought that the W amongst the LED lights has shown the highest impact because the fructose content of tomatoes in W was the lowest. Also, similar results were supported by the glucose content of tomatoes, where the highest glucose in C, whereas the lowest in white LED treatment.

**Table 3.** TA (%), TSS (%), glucose (%), fructose (%) and sucrose (%) contents of tomato fruits treated with different LED light**Çizelge 3.** Farklı LED ışık uygulanan domates meyvelerinin TA (%), TSS (%), glikoz (%), fruktoz (%) ve sakkaroz (%) miktarları

	Storage duration (days)	C	R	B	G	W	Average
TA (%)	0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	<b>0.30 b</b>
	7	0.43	0.37	0.35	0.33	0.37	<b>0.37 a</b>
	14	0.33	0.28	0.29	0.27	0.26	<b>0.29 b</b>
	21	0.29	0.32	0.33	0.29	0.27	<b>0.30 b</b>
	28	0.25	0.31	0.32	0.3	0.2	<b>0.29 b</b>
	35	0.26	0.25	0.34	0.27	0.28	<b>0.28 b</b>
	42	0.27	0.24	0.26	0.25	0.38	<b>0.28 b</b>
	<b>Average</b>	<b>0.30 a</b>	<b>0.30a</b>	<b>0.31 a</b>	<b>0.29 a</b>	<b>0.30 a</b>	
TSS (%)	0	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	<b>4.7 ab</b>
	7	5.1	5	4.7	5.1	4.9	<b>4.9 a</b>
	14	4.5	4.8	4.8	4.9	4.5	<b>4.7 ab</b>
	21	4.6	5	4	4.6	4.5	<b>4.7 ab</b>
	28	4.4	5.2	4.5	4.3	4.6	<b>4.6 b</b>
	35	3.9	4.1	4	3.8	4	<b>4.0 d</b>
	42	4.4	4.4	4.1	4.2	4.5	<b>4.3 c</b>
	<b>Average</b>	<b>4.5 a</b>	<b>4.7 a</b>	<b>4.5 a</b>	<b>4.5 a</b>	<b>4.5 a</b>	
Fructose (%)	0	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	<b>0.242 a</b>
	7	0.253	0.217	0.26	0.257	0.26	<b>0.250 a</b>
	14	0.226	0.215	0.217	0.201	0.202	<b>0.212 c</b>
	21	0.251	0.232	0.233	0.217	0.202	<b>0.227 b</b>
	28	0.22	0.229	0.221	0.217	0.208	<b>0.219 bc</b>
	35	0.211	0.214	0.241	0.21	0.203	<b>0.216 c</b>
	42	0.197	0.178	0.18	0.201	0.194	<b>0.190 d</b>
	<b>Average</b>	<b>0.229 a</b>	<b>0.218 b</b>	<b>0.228 a</b>	<b>0.221 ab</b>	<b>0.216 b</b>	
Glucose (%)	0	0.225	0.225	0.225	0.225	0.225	<b>0.225 b</b>
	7	0.246	0.202	0.243	0.233	0.255	<b>0.236 a</b>
	14	0.22	0.208	0.212	0.189	0.186	<b>0.203 d</b>
	21	0.243	0.229	0.225	0.211	0.196	<b>0.221 bc</b>
	28	0.211	0.222	0.213	0.214	0.202	<b>0.212 cd</b>
	35	0.219	0.22	0.237	0.224	0.207	<b>0.221 bc</b>
	42	0.203	0.184	0.178	0.2	0.189	<b>0.191 e</b>
	<b>Average</b>	<b>0.224 a</b>	<b>0.213 bc</b>	<b>0.219 ab</b>	<b>0.214 bc</b>	<b>0.208 c</b>	
Sucrose (%)	0	0.0508	0.0508	0.0508	0.0508	0.0508	<b>0.0508 bc</b>
	7	0.0538	0.0520	0.0514	0.0552	0.0530	<b>0.0531 a</b>
	14	0.0518	0.0500	0.0494	0.0495	0.0499	<b>0.0501 cd</b>
	21	0.0496	0.0498	0.0493	0.0494	0.0497	<b>0.0496 d</b>
	28	0.0499	0.0495	0.0497	0.0496	0.0496	<b>0.0497 d</b>
	35	0.0503	0.0510	0.0506	0.0502	0.0501	<b>0.0504 bcd</b>
	42	0.0506	0.0506	0.0511	0.0513	0.0517	<b>0.0511 b</b>
	<b>Average</b>	<b>0.0510 a</b>	<b>0.0505 ab</b>	<b>0.0503 b</b>	<b>0.0509 ab</b>	<b>0.0507 ab</b>	

C: Control, R: Red LED, B: Blue LED, G: Green LED, W: White LED \*The different letters in line represent the significant differences among the storage duration at the level of  $p < 0.05$ , \*\*The different letters in column represent the significant differences among the treatments at the level of  $p < 0.05$ .

In the present study, the amount of fructose and glucose decrease during storage and fall below the initial value, whereas sucrose content was stable and close to the initial value in all applications. Similarly to the glucose and fructose, it was detected that the sucrose content of tomatoes in C higher

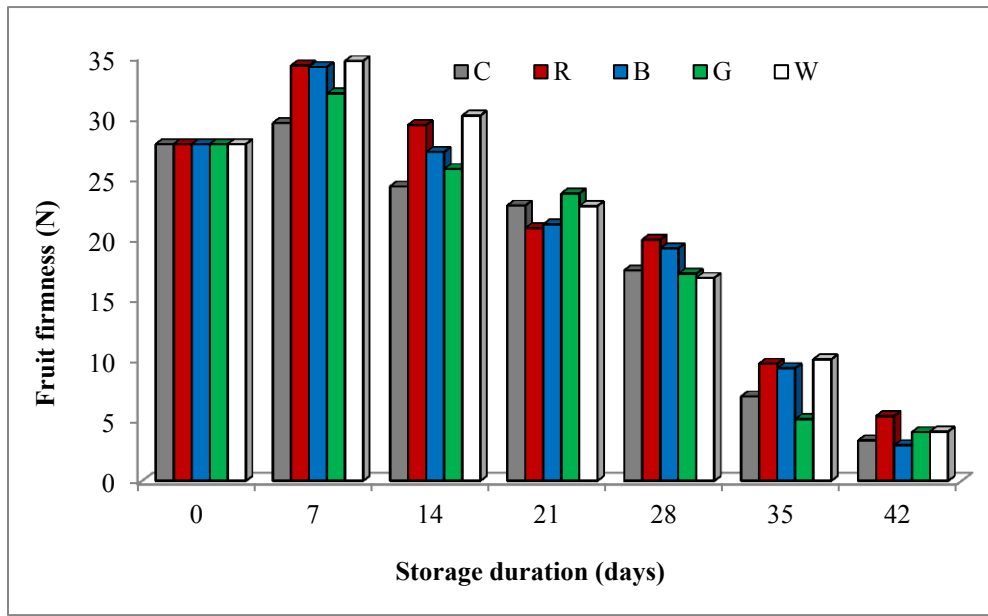
than the others, while the lowest one in blue LED treatment. Similarly to the glucose and fructose, it was detected that the sucrose content of tomatoes in the C treatment higher than the others, whereas the lowest value was in the blue LED light. Although some studies found that the effect of LED light on the sugar content of tomatoes, which is growing under the LED light (Lavdas, 2016; Li et al. 2017; Fanwoua, 2019; Ntgkas et al (2019); Zhang et al. 2020), there is more limited study on sugar metabolism of tomatoes under LED lighting during the storage. It was found one of them (Lei et al. 2016) that the accumulation of reducing sugar and total soluble solids in cherry tomatoes could be decreased by red and blue RED light irradiation during the early stage of storage. The authors also stated that the highest reducing sugar and total soluble sugar content calculated on the 10th day and then gradually decreased between the 10th and the 20th days, also it was higher in the tomatoes irradiated by LED red and blue weak light than that in the control during the whole storage. Similarly, it has been detected that the fructose and glucose contents of tomatoes in all treatment groups except for red light increased during the first seven days and then decreased until at the end of storage in the present study. The sucrose content of tomatoes, however, increased in all treatments and then decreased. Furthermore, the average of fructose, glucose, and sucrose showed that the highest values were in control group, and therefore it could be said that the different LED light treatments do not affect sugar content.

**Titrateable acidity (TA, %):** Although the titration acidity of tomato fruits increased 43% in the control group, 23% in red and white LED applications, 17% in blue LED applications, and 10% in green LED applications on the seventh day of storage, it decreased again after this period and dropped below the initial value at the end of the storage period (Table 3). However, since there are no significant differences between applications in terms of titration acidity, it was thought that LED lighting applications did not affect the titration acidity of tomato fruits. Nájera et al. (2018) stated that the R: FR ratio affects titrateable acidity of tomatoes and found that the highest R: FR ratio caused in tomatoes higher titrateable acidity than those exposed to lower R: FR ratios. Adversely in the present study, it has been found that the LED treatments, regardless of color, did not cause an increase in titrateable acidity of tomatoes, the TA content of tomatoes in all treatments decreased during storage. Although not statistically significant, the highest decrease occurred in tomatoes in G application, while the least decrease occurred in B application. This shows that the B application slows down the ripening of fruits compared to other applications. Furthermore, this result also could be originated from light density differences between these two studies.

**Fruit firmness (N):** It observed that the flesh firmness of tomato fruits to which different LED was applied increased in the first week in all applications but decreased continuously in the following weeks (Figure 3). On the other hand, in the study, the highest fruit firmness value was obtained in the R application (21.03 N), and followed by W (20.87 N), B (20.24 N), G (19.35 N), and C (18.86 N). Also, the difference between C and LED treatments were found to be statistically significant at the  $p < 0.05$  level. In the study, it was found that the most decreasing fruit firmness occurred in the control group, and it retained higher in LED applied samples. Therefore, it was observed that LED lighting treatments are effective in preserving fruit firmness. In a study, it was detected that blue light treatment was more effective in preserving firmness in green-ripe tomatoes treated with blue (440-450 nm) and red light (650-660 nm) during 7 days. Therefore, researchers have stated that the blue LED light could be used to delay the ripening of tomatoes, thus increasing their commercial value (Gupta, 2017). This result supports the findings obtained in this study .

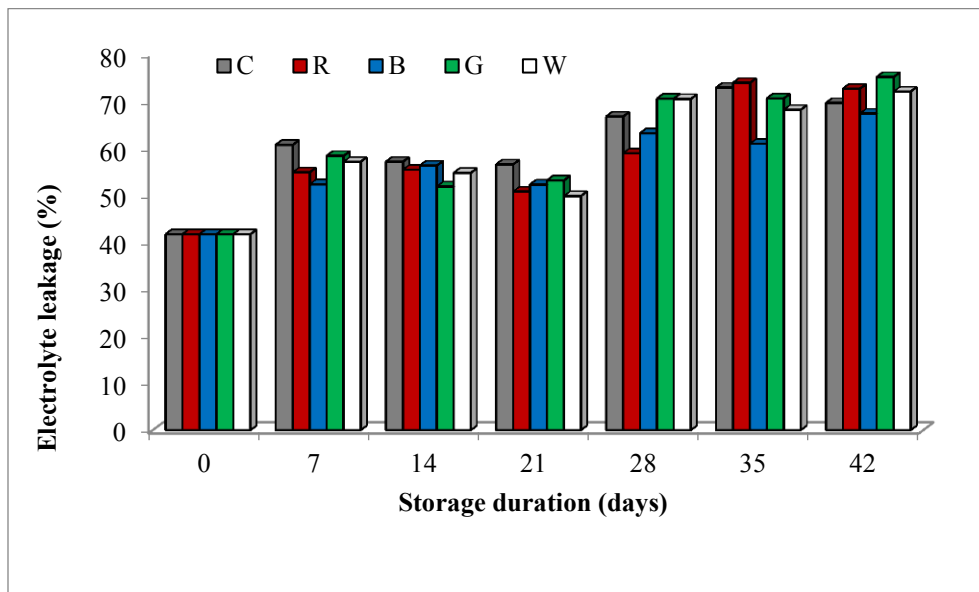
**Electrolyte leakage (EL, %):** Accordingly, in this study, although the amount of EL generally increases during the storage period in all applications (Figure 4), the highest EL content was measured in tomato fruits in the control group (60.76%) and followed by G (60.19%), W (59.14%), R (58.31%) and B (56.29%) treatments. However, it was determined that the difference between the applications in terms of electrolyte leakage was not statistically significant ( $p > 0.05$ ). Senescence or abiotic stress conditions

cause an increase in the amount of EL of fruits and vegetables. In the study, in general, EL increased in all treatments during storage. On the other hand, it has been determined that the EL content of fruits under all LED light is lower than the control until the 21st day of storage and during the storage period in R and B LED applications. Therefore, it has been concluded that these two LED light applications reduce the electrolyte leakage by delaying the aging of fruits.



**Figure 3.** The changes in fruit firmness value of tomatoes treated with different color LED light.

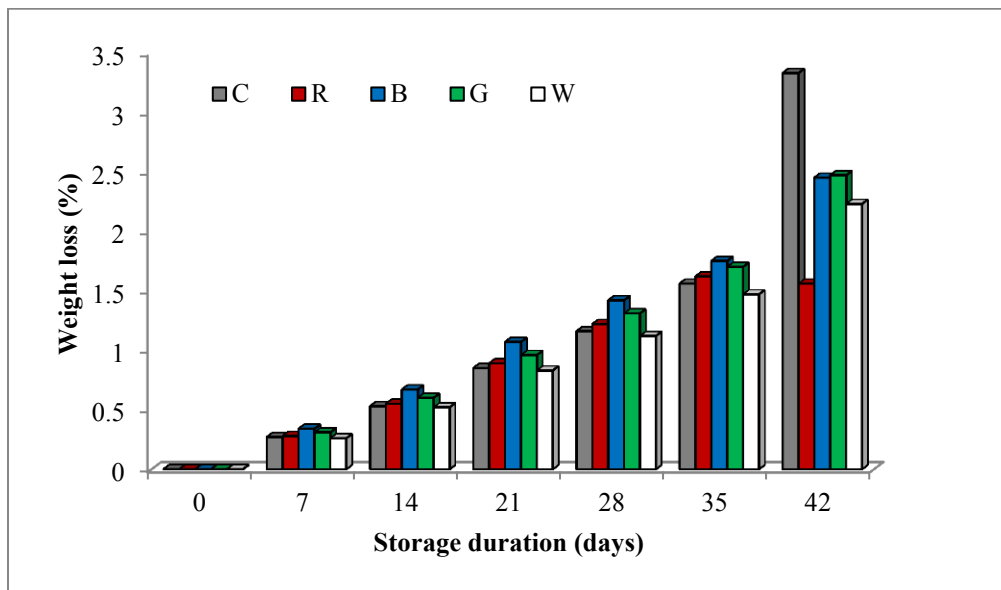
**Şekil 3.** Farklı renklerde LED ışık uygulanan domateslerin meyve eti sertliğindeki değişimler.



**Figure 4.** The changes in electrolyte leakage value of tomatoes treated with different color LED light.

**Şekil 4.** Farklı renklerde LED ışık uygulanmış domateslerde elektrolit sızıntısı değişimleri.

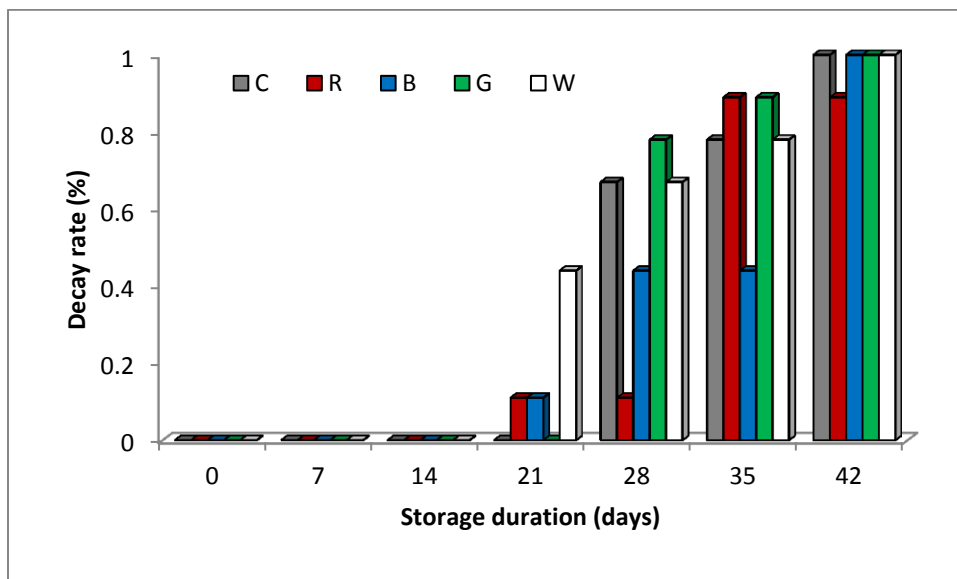
**Weight loss (%):** The weight loss of tomatoes generally increased in all treatments during storage, whereas the most weight loss occurred on the 42nd day. During this period, it was determined that the highest weight loss occurred in the control group with 3.33%, whereas the least weight loss was in the R application with 1.56% (Figure 5). Affandi et al. (2020) stated that the additional far-red LED light treatment during cultivation reduced the weight loss of tomatoes harvested in the mature green stage. Adversely, in the current study, the postharvest red LED light treatment did not reduce the weight loss of tomatoes. But, the weight loss of tomatoes was lower in W treatment compared to the control group and other LED treatment. So, it could be stated that the W LED treatment can be used to reduce the weight loss of tomatoes after harvest.



**Figure 5.** The changes in weight loss of tomato fruits treated with different color LED light.

**Şekil 5.** Farklı renklerde LED ışık uygulanan domates meyvelerinin ağırlık kayıplarındaki değişimler.

**Decay rate (%):** In the study, no decay occurred in any treatment group during the first 14 days of storage. However, the decay started on the 21st day, in R, B, and W treatments (Figure 6), and then occurred in all treatments. But the highest decay rate was calculated in W with 0.41% ( $p < 0.05$ ), and followed by G, C, R, and B treatments with 0.38%, 0.35%, 0.28%, and 0.28% respectively. Therefore, it could be said that especially blue and red LED light was effective in reducing decay. Lei et al. (2016) found that the quality of cherry tomato fruits harvested at the green-mature (breaking stage) stage and applied continuous red and blue LED light for 20 days at 4°C, was better preserved than the control group. The researchers also found that the fruits in the control group softened severely, and quality losses occurred in the form of distinct black spots on the skin and fungal rot spots. Similarly to these findings, it was found that the decay rate of tomatoes treated with blue and red light lower than the control group. It has been determined by studies that LED lights to provide surface disinfection in different products. Accordingly, the storage time of the product can be extended by reducing the number of microorganisms on the surface of the products with LED light applications. For example, in Satsuma mandarins (*Citrus unshiu* Marc.) inoculated with *Penicillium italicum*, application of blue LED light (465 nm, 80µmol / m<sup>2</sup>s) was determined to have an antifungal effect against blue mold (Yamaga et al. 2015).



**Figure 6.** The changes in decay rate of tomatoes treated with different color LED light.

**Şekil 6.** Farklı LED ışık uygulanan domateslerin çürüme oranlarındaki değişimler.

## CONCLUSIONS

In this study, the effects of LED lighting in different colors (red, blue, green, and white) on the quality of Zahide F<sub>1</sub> tomato fruits during storage were tried to be determined. When all results are evaluated together, it was concluded that the blue LED treatment preserves the general quality of tomatoes harvested during the breaking stage better than other applications during the maturation in the storage. It was observed that blue and red light are particularly effective in reducing decay. Also, the marketable quality of tomatoes in these two groups, which maintained quality until 35 days of storage, was found higher than the others. Therefore, in future studies, it may be suggested to study other treatments that can be used with red and blue light in terms of preserving the quality of tomato fruits.

## REFERENCES

- Affandi, F.Y., J.C. Verdonk, T. Ouzounis, Y. Ji, E.J. Wotering & R.E. Schouten, 2020. Far-red light during cultivation induces postharvest cold tolerance in tomato fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 159: 111019. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111019>
- Azzolini, M., A.H. Jacomino, I.U. Bron, R.A. Kluge & M.A. Schiavinato, 2005. Ripening of "Pedro Sato" guava: a study on its climacteric or non-climacteric nature, *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17(3): 299-306. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202005000300004>
- Chalker-Scott, L. & L.H. Fuchigami, 2018. "The role of phenolic compounds in plant stress responses, 67-80". In: *Low-Temperature Stress Physiology in Crops*. (Ed. P.H. Li), CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, 190pp.
- Deng, L., C. Hu, J. Li & M.A. Ritenour, 2016. Effects of blue or red LED light irradiation on postharvest degreening of citrus fruit, *American Society for Horticultural Science, ASHS*, <https://ashs.confex.com/ashs/2016/webprogram/Paper24941.html>. <https://doi.org/10.1021/jf203364m>
- Dumvilli, J.C. & S.C. Fry, 2000. Uronic acid derived oligosaccharides: Their biosynthesis degradation and signaling role in non-diseased plant tissues, *Plant Physiology Biochemistry*, 38: 125-140. [https://doi.org/10.1016/S0981-9428\(00\)00163-7](https://doi.org/10.1016/S0981-9428(00)00163-7)
- Eroğul, D. & B. Özmen, 2020. Determination of storage and shelf life of sweet cherry varieties produced in early region, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (3):359-366. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.634609>



- Fanwoua, J., G. Vercambre, G. Buck-Sorlin, A. Dieleman, P. de Visser & M. Gènard, 2019. Supplemental LED lighting affects the dynamics of tomato fruit growth and composition, *Scientia Horticulturae*, 256:108571. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108571>
- FAOSTAT, 2019. Crops, Tomato Production Data, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Gharezi, M., N. Joshi & E. Sadeghian, 2012. Effect of postharvest treatment on stored cherry tomatoes, *Journal of Nutrition & Food Sciences*, Sci 2: 8. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000157>
- González-Aguilar, G.A., S. Ruiz-Cruz, H. Soto-Valdez, F. Vázquez-Ortiz, R. Pacheco-Aguilar & C.Y. Wang, 2005. Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents, *International Journal of Food Science & Technology*, 40(4): 377-383. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.00940.x>
- Gupta, S.D., 2017. Light emitting diodes for agriculture, *Smart Lighting*, Springer Nature Singapore Pte Ltd., 331p.
- Huang, J.Y., F. Xu & W. Zhou, 2018. Effect of LED irradiation on the ripening and nutritional quality of postharvest banana fruit, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(14):5486–5493. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9093>
- Islam, M.P., T. Morimoto & K. Hatou, 2012. Storage behavior of tomato inside a zero energy cool chamber, *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 14(4): 209-217.
- Kanazawa, K., T. Hashimoto, S. Yoshida, P. Sungwon & S. Fukuda, 2012. Short photoirradiation induces flavonoid synthesis and increases its production in postharvest vegetables, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 60: 4359-4368. <https://doi.org/10.1021/jf300107s>
- Karaçalı, İ., 2006. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, Bornova-İzmir.
- Kasım, M.U. & R. Kasım, 2017. While continuous white LED lighting increases chlorophyll content (SPAD), green LED light reduces the infection rate of lettuce during storage and shelf-life conditions, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6): e13266. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13266>
- Kasım, M.U. & R. Kasım, 2015. Postharvest UV-B treatments increased fructose content of tomato (*Solanum lycopersicon* L., cv. Tayfun F<sub>1</sub>) harvested at different ripening stages, *Food Science and Technology-Brazil*, 35(4): 742-749. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.0008>
- Kim, B., H. Lee, J. Kim, K. Kwon, H. Cha & J. Kim, 2011. An effect of light-emitting diode (LED) irradiation treatment on the amplification of functional components of immature strawberry, *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 52: 35-39. <https://doi.org/10.1007/s13580-011-0189-2>
- Kokalj, D., J. Hribar, B. Cigić, E. Zlatič, L. Demšar, L. Sinkovič, H. Šircelj, G. Bizjak & R. Vidrih, 2016. Influence of yellow light-emitting diodes at 590 nm on storage of apple, tomato and bell pepper fruit, *Food Technology and Biotechnology*, 54(2): 228-235. <https://doi.org/10.17113/ftb.54.02.16.4096>
- Kondo, S., H. Tomiyama, A. Rodyoung, K. Okawa, H. Ohara, S. Sugaya, N. Terahara & N. Hirai, 2014. Abscisic acid metabolism and anthocyanin synthesis in grape skin are affected by light-emitting diode (LED) irradiation at night, *Journal of Plant Physiology*, 171, 823-829. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.01.001>
- Lancaster, J.E., C.E. Lister, P.F. Reay & C.M. Triggs, 1997. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruit and vegetables, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 122(4): 594-598. <https://doi.org/10.21273/JASHS.122.4.594>
- Lattanzio, V., 2013. "Phenolic compounds: Introduction, 1544-1573". In: *Natural Products*, Chapter 50. (Eds. K.G. Ramawat & J.M. Mérillon), Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Lavdas, E., 2016. Effect of LED-light and temperature on firmness and cell wall metabolism of tomato fruits. Wageningen University, (Unpublished) MSc Thesis, The Netherlands
- Lee, Y.J., J.Y. Ha, J.E. Oh & M.S. Cho, 2014. The effect of LED irradiation on the quality of cabbage stored at a low temperature, *Food Science and Biotechnology*, 23: 1087. <https://doi.org/10.1007/s10068-014-0149-6>
- Lei, J., N. Zhang, R. Yan, L. Xu, Y. Li & W. Guan, 2016. Red and blue LED weak light irradiation maintaining quality of cherry tomatoes during cold storage, *Chinese Society of Agricultural Engineering*, 32(9): 248. <https://doi.org/10.11975/j.issn.1002-6819.2016.09.035>
- Li, Y., G. Xin, M. Wei, Q. Shi, F. Yang & W. Wang, 2017. Carbohydrate accumulation and sucrose metabolism responses in tomato seedling leaves when subjected to different light qualities, *Scientia Horticulturae*, 225: 490-497. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.053>

- Liu, L.H., D. Zabarás, L.E. Bennett, P. Aguas & B.W. Woonton, 2009. Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage, *Food Chemistry*, 115(2): 495-500. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.042>
- Ma, G., L. Zhang, M. Kato, K. Yamawaki, Y. Kriiawa, M. Yahata, Y. Ikoma & H. Matsumoto, 2015. Effect of the combination of ethylene and red LED light irradiation carotenoid accumulation and carotenogenic gene expression in the flavedo of citrus fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 99: 99-104. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.08.002>
- Ma, G., L. Zhang, M. Kato, K. Yamawaki, Y. Kriiawa, M. Yahata, Y. Ikoma & H. Matsumoto, 2012. Effect of blue and red light irradiation of  $\beta$ -cryptoxanthin accumulation in the flavedo of citrus fruits, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60: 197-201. <https://doi.org/10.1021/jf203364m>
- Mcguire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements, *HortScience*, 27(12):1254-1255. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>
- Meena, O.P., V. Bahadur, A. Jagtap & P. Saini, 2015. Genetic analysis of agronomic and biochemical variables among different tomato (*Solanum lycopersicum* L.) accessions, *Journal of Applied and Natural Science*, 7 (2): 806-816. <https://doi.org/10.31018/jans.v7i2.687>
- Nájera, C., J.L. Guil-Guerrero, L. Jarquín-Enríquez, J.E. Álvaro & M. Urrestarazu, 2018. LED-enhanced dietary and organoleptic qualities in postharvest tomato fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 145: 151-156. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.07.008>
- Ntagkas, N., E. Woltering, S. Bouras, R.C.H. de Vos, J.A. Dieleman, C.C.S. Nicole, C. Labrie & L.F.M. Marcelis, 2019. Light-induced vitamin C accumulation in tomato fruits in independent of carbohydrate availability, *Plants*, 8(4):86. <https://doi.org/10.3390/plants8040086>
- Panjai, L., G. Noga, A. Fiebig & M. Hunsche, 2017. Effects of continuous red light and short daily UV exposure during postharvest on carotenoid concentration and antioxidant capacity in stored tomatoes, *Scientia Horticulturae*, 226: 97-103. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.035>
- Xu, F., S. Cao, L. Shi & Z. Yang, 2014a. Blue light irradiation affects anthocyanin content and enzymes activities involved in postharvest strawberry fruit, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 20. <https://doi.org/10.1021/jf501120u>
- Yamaga, I., T. Takahashi, K. Ishii, M. Kato & Y. Kobayashi, 2015. Antifungal effect of blue LED irradiation on the blue mold *Penicillium italicum* in Satsuma mandarin fruits, *Horticultural Research in Japan*, 14(1): 83-87. <https://doi.org/10.2503/hrj.14.83>
- Zhang, J., Y. Zhang, S. Song, W. Su, Y. Hao & H. Liu, 2020. Supplementary red light result in the earlier ripening of tomato fruit depending on ethylene production, *Environmental and Experimental Botany*, 175:104044. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104044>
- Žnidarčič, D., D. Ban, M. Oplanić, L. Karić & T. Požrl, 2010. Influence of postharvest temperatures on physicochemical quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.), *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(1): 21-25.

**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58(4): 503- 512  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.901464>

Fatih ŞEN<sup>1\*</sup> 

Ayça ESEN KOŞARAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Ege University, Faculty of Agriculture,  
Department of Horticulture, 35100,  
Bornova, İzmir, Turkey.

\*Corresponding author (Sorumlu yazar):

[fatih.sen@ege.edu.tr](mailto:fatih.sen@ege.edu.tr)

## The effects of different harvest maturity and methods on fruit and oil quality of olive (*Olea europaea* L. cv. Ayvalık Yağlık)\*

Farklı hasat olgunluğu ve yönteminin zeytinin (*Olea europaea* L. cv. Ayvalık Yağlık) meyve ve zeytinyağı kalitesine etkilerinin belirlenmesi

\* This article was supported by Ege University BAP Coordination Unit as project number 16-ZRF-45.

Received (Alınış): 23.03.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 17.05.2021

### ABSTRACT

**Objective:** This study was conducted to determine the effects of harvest time and method on fruit and oil characteristics of 'Ayvalık Yağlık', a major olive cultivar in Turkey.

**Material and Methods:** Early, optimum and late harvests were made by hitting with a wood stick (control), pneumatic beater, and branch shaker in a conventional olive grove located in Edremit district of Balıkesir province in western Turkey. Harvested olive fruits were stored at 18-20°C for 3 days, and physical, biochemical attributes, free acidity, and fatty acid composition, and mechanical damage caused by tested harvest methods were evaluated.

**Results:** Mechanical damage index and free fatty acidity were lower in olive fruits harvested by branch shakers compared to those dropped down by stick. Fruit weight, maturity index, oil content and linoleic acid content increased with the progress of harvest date, while color, moisture content, free fatty acids, total phenolics, and palmitic, stearic, and linolenic acid ratio decreased at the last harvest date.

**Conclusion:** The results showed that significant changes in some physical and chemical properties of the olive fruit occur with the progression of maturity, and using branch shakers and harvesting on the 2nd and 3rd harvest dates are recommended for Ayvalık variety under the experimental site conditions.

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışma, farklı hasat zamanı ve yönteminin ülkemizin önemli zeytin çeşitlerinden 'Ayvalık Yağlık' meyvelerine ve zeytinyağının kalitesine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

**Materyal ve Metot:** Balıkesir ili Edremit ilçesinde tesis edilmiş zeytin bahçesinden erken, optimum ve geç dönemde odun sırıkla silkerék (kontrol), pnömomatik çırpıcı ve dal sarsıcılar ile zeytin meyveleri hasat edilmiştir. Hasat edilen zeytin meyveleri 3 gün 18-20°C'de tutulduktan sonra bazı fiziksel ve biyokimyasal özellikleri, zeytinyağında serbest yağ asitliği, yağ asidi bileşimi ile mekanik zararlanma belirlenmiştir.

**Bulgular:** Dal sarsıcıları ile hasat edilen zeytin meyvelerinde sırıkla hasat edilenlere göre mekanik zararlanma indeksi ve serbest yağ asitliği daha düşük bulunmuştur. Zeytin meyvelerinde hasat zamanının ilerlemesiyle ağırlık, olgunluk indeksi, yağ miktarı ve linoleik asit miktarında artış, son hasatta ise renk değerleri, nem, serbest yağ asidi, toplam fenol miktarı, palmitik, stearik ve linolenik asit oranında azalış görülmüştür.

**Sonuç:** Sonuçlar, olgunluk ilerlemesiyle zeytin meyvesinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli değişimlerin olduğunu gözlenirken, uygulamada Edremit koşullarında Ayvalık çeşidinde 2. ve 3. hasat tarihlerinin uygun olduğu ve hasatta dal sarsıcıların kullanılması önerilmektedir.

**Keywords:** Fatty acid composition, fruit maturity, harvest date, mechanical damage, *Olea europaea* L.,

**Anahtar sözcükler:** Yağ asidi bileşimi, meyve olgunluğu, hasat, mekaniksel zararlanma, *Olea europaea* L.

## INTRODUCTION

Although the harvest season of olives varies according to the regions where they are cultivated, it continues from October until the end of January in Turkey. The harvest time of olives varies according to the geographical location, cultivar, climatic conditions, and how the product will be utilized. The quality of olives and olive oil, which carry importance in terms of health (Harwood and Yaqoob, 2002), is influenced by various factors such as cultivar, fruit maturity, yield, ecological conditions, and farming processes (Ayton et al., 2007).

Harvest is an important operation in olive oil production since the harvest date and method impact the taste, quality, and marketability of the oil (Mele et al., 2018). Harvesting is also the most important element in olive production cost depending on factors such as the method and time, age and productivity of the tree, training and crown shape, orchard size and topography the ripening course of the fruit, and the way the product is going to be utilized (Gertsis et al., 2013; Famiani et al., 2014; Mele et al., 2018; Aygün et al., 2019). Harvest costs are reported to account for 50-60% of the total production cost (Vieri and Gucci, 2008). The use of machinery in olive harvesting reduces the need for human power, cost of production, and the harvest period (Amirante et al., 2012; Aygün et al., 2019). The Harvesting process needs to be carefully evaluated because it affects the yield in off years. Harvest methods may vary depending on the characteristics of the geographical location, economic resources of the grower, olive cultivar, and other factors such as the growth habit and crown structure of the tree (Aygün et al., 2019). In determining the harvest method, harvesting more olives per unit time should not be the only target, it is necessary to prevent wounding or breaking the shoots and minimize defoliation.

In Turkey, until recently, growers harvested olives for oil production by shaking branches with a stick; however, this traditional method is replaced by mechanical harvesters as branch or trunk shakers. Compared to the traditional harvesting method, mechanical harvesting increases the overall olive productivity by reducing the damage caused to the tree and the fruit and thus the alternate bearing and the requirement for human labor force (Ahmad and Ayoub, 2014). The severity of mechanical damage on olive fruits is higher in the traditional method compared with other harvesting methods. The industry is offering new harvesting technologies in olive production which makes it necessary to analyze the impact of these harvesting tools on the quality of olive and olive oil. The effect of harvest tools on harvest performance and mechanical damage is closely related to fruit maturity and varietal characteristics. For this reason, it carries great importance to test and reveal the effects of harvest methods according to different maturity indexes of the fruit.

Numerous studies are showing that harvest maturity affects on olive oil quality (Salvador et al., 2001; Al-Maaitah et al., 2009; Menz and Vriesekoop, 2010; Kutlu and Şen, 2011). However, studies on the effect of harvest maturity are very limited on the 'Ayvalık oil' olive cultivar. It is known that the chemical composition of the olive fruit changes by promoting or inhibiting different enzymatic activities during the ripening period (Beltran et al., 2004). Delaying the harvest of olive fruits does not increase the oil content whereas some sensory characteristics disappear and fruit drop enhances. In early harvesting, the color of the oil extracted is greener with fruity flavor depending on the cultivar and maturity, but the oil yield is lower; fruit drop is less and the effects of the extreme weather conditions as hail, wind, or storm are reduced, and the mechanical resistance of the fruit and oil quality is higher. For this reason, it is important to determine the optimum maturity and time for harvest for a specific variety and location. This study aimed to determine the effect of optimum harvest maturity and date linked to the harvest method of 'Ayvalık oil' olive cultivar on fruit and olive oil quality in Edremit region of Turkey.

## MATERIAL and METHODS

The study was carried out in a commercial olive orchard established with 'Ayvalık Yağlık' olive (*Olea europaea* L.) cultivar. The olive grove is located at 39°37'26.57"N, 26°56'05.95"E at 51 m altitude in Edremit district of Balıkesir province, western Turkey. Cultural practices as irrigation, pruning, and other

maintenance operations were carried out traditionally. Fruit samples from the selected olive trees were harvested using 3 different datestaging into account commercial harvest periods in the region, as early (30 November), optimum (3 December), and late (27 December). Three harvest methods were utilized to drop the olive fruit onto a canvas ground cover as shaking by a wood stick (control), pneumatic beaters, and branch shakers. Harvesting with pneumatic beaters was carried out by moving the finger-shaped plastic equipment at the tip with the air pressure supplied from the compressor ensuring that the olive fruits drop on the cover. Harvesting with branch shakers was made by shaking the branches with the hook attached to the small olive branches and fruits dropped onto the cover with the vibration force provided. The study was designed as 3 replications according to the completely randomized experimental design, and every three trees were considered one replication. During each harvest period, a composite sample of 3 kg olive samples was taken randomly per replicate as 1 kg per tree. The samples were kept in plastic boxes for 3 days under ambient conditions, 18-20°C temperature, and 60-70% relative humidity. The following measurements and analyses were performed to evaluate the impact of the tested variables.

The mechanical damage status of olive fruits was determined by four trained panelists using a scale of 1-5. One hundred olive fruits taken from each replicate were visually divided into 5 classes as 1: None (0% damage), 2: Less (<10% of the skin affected), 3: Medium (10-30% of the skin), 4: Severe (30-50% of the skin) and 5: Very Severe (>50% of the skin). The mechanical damage index was calculated based upon the number of fruits in each damage class as:

Mechanical damage index = (None% \*1+Less%\*2+Medium%\*3+Severe%\*4+Very severe%\*5)/Fruit number

### **Fruit quality parameters**

The average fresh fruit and pit weight (g) was calculated by weighing 100 olive fruits harvested from each repeat with a digital scale sensitive to 0.05 g. The flesh/pit ratio was obtained by subtracting the average pit weights from the fruit weight and dividing by the pit weight. The fruit width and length were measured in mm with a digital caliper with 0.01 mm precision.

The fruit skin color was measured with a color meter (CR-400, Konica Minolta Sensing Inc., Japan) in CIE  $L^* a^* b^*$  from both sides of the equatorial section of 25 fruits per replication. Hue angle ( $h^\circ$ ) value from  $a^*$  and  $b^*$  values were calculated with  $h^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$  formula (McGuire, 1992).

Fruit color was used to calculate the maturity index developed by Boskou (1996) in 100 fruits selected randomly per replicate. Fruits were divided into 7 color classes according to the color of the skin and the flesh, and the number of fruits in each class was multiplied by the class value and the total value was divided by 100, to determine the average fruit color class.

Fruit firmness was measured with fruit a texture meter device (GS-15, GÜSS Manufacturing Ltd., South Africa) by inserting the 5 mm-diameter tips to 6 mm depth with 10 cm/minute speed at the equatorial section of the olive fruit; and the results were expressed in Newton (N) force.

For dry weight and moisture content, the fresh weight of fruit flesh samples was weighed and dried until the last two weights became constant in an oven (UM400, Memmert, Germany) at 105°C, and the fruit moisture content was determined as a percentage (Anonymous, 2001). The oil content was determined by extraction from dried fruit samples using n-hexane as a solvent with Soxhlet Henkel extraction mechanism as specified in TS 973 (Anonymous, 2000); The results are given as the percentage of dry weight.

### **Fruit composition**

Olive oil was extracted as cold extraction using the method. Free fatty acidity was determined by adding 50 ml alcohol/diethyl ether mixture (1:1) on 5 g of oil sample and adding 1-2 drops from phenolphthalein indicator and titrating with 0.1 NaOH until the pink color was formed; The results are presented as % oleic acid (Anonymous, 1973).

To determine the composition of fatty acids, the cold methylation method approved by the International Olive Oil Council (IOOC-UZK) was applied (Anonymous, 1987). Fatty acids analyses of oil samples converted to methyl esters were performed with Hewlett Packard 6890N gas chromatography using flame ionization detector and Spelco 2380 capillary clone (60 m x 0.25 mm i.d., 0.20 µm film thickness; Supelco, Bellefonte, PA, USA).

To determine the total phenolic content and antioxidant activity, a 5 g fruit sample was extracted with methanol. Total phenolic content was measured with a spectrophotometer (Carry 100 Bio; Varian, Australia) by modifying the Folin-Ciocaltaeu colorimetric method (Zheng and Wang, 2001) and was given as mg gallic acid equivalent (GAE)/100 g). In determining antioxidant activity, Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) method was used and the results were expressed in µmol Trolox equivalent (TE)/g (Benzie and Strain, 1996).

### Statistical analysis

All data were subjected to analyses of variance (ANOVA) by using IBM® SPSS® Statistics 19 statistical software (IBM, NY, USA). The differences between the averages of the data were determined with The Duncan test ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTS

Mechanical damage index values determined in olive fruits according to harvest methods as linked to the harvest time are given in Table 1. In the 2nd and 3rd harvests, the mechanical damage index was found the highest in olive fruits harvested by branch shakers and determined as 2.72 and 3.34, respectively. The fruit mechanical damage index for the 2nd harvest was lower in pneumatic beater (2.40) and branch shaker (2.53), whereas it was lower only in-branch shaker (3.15) compared to traditional stick harvest. At the first harvest, the mechanical damage rates varied between 2.00 and 2.18, which were statistically similar to each other. As harvest time progressed, the damage index increased and averaged to 2.08, 2.55, and 3.26 at the 1st, 2nd, and 3rd harvests, respectively.

**Table 1.** Effects of harvest time and method on mechanical damage index of olive fruits

**Çizelge 1.** Hasat zamanı ve yönteminin zeytin meyvelerinin mekanik zararlanma indeksine etkileri

Harvest methods	Harvest time		
	1st harvest	2nd harvest	3rd Harvest
Traditional	2.06 <sup>NS</sup>	2.72 a <sup>z</sup>	3.34 a <sup>z</sup>
Pneumatic beaters	2.18	2.40 b	3.28 ab
Branch shakers	2.00	2.53 b	3.15 b
Average	2.08 C <sup>z</sup>	2.55 B	3.26 A

<sup>z</sup> Means separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

<sup>NS</sup>, \*, \*\*, Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , or 0.01, respectively.

The effect of harvest time on average fruit weight and flesh/pit ratio of olive fruits was found to be statistically significant ( $P \leq 0.05$ ). The fruit weights determined as 2.21 g and 2.28 g at the 2nd and 3rd harvest, respectively were higher than the first harvest (2.01 g). The flesh/pit ratio was 2.91 in the 2nd harvest and higher than the other harvests (Table 2).

The fruit width of olive fruits varied significantly at different harvest times ( $P \leq 0.05$ ), while fruit length was not affected by harvest date and ranged between 18.47 mm and 19.22 mm (Table 3). The fruit width was higher at the second harvest (14.80 mm) compared with the other two harvest dates.

**Table 2.** Effects of harvest time and method on fresh weight and flesh/pit ratio of olive fruits**Çizelge 2.** Hasat zamanı ve yönteminin zeytin meyvelerinin ağırlığı ve et/çekirdek oranına etkileri

Harvest methods	Fruit weight (g)			Flesh/pit ratio		
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
Traditional	2.02 <sup>NS</sup>	2.30 <sup>NS</sup>	2.35 <sup>NS</sup>	2.42 <sup>NS</sup>	2.92 <sup>NS</sup>	2.53 <sup>NS</sup>
Pneumatic beaters	2.08	2.15	2.24	2.59	2.90	2.63
Branch shakers	1.93	2.17	2.25	2.50	2.92	2.48
Average	2.01 B <sup>*</sup>	2.21 A	2.28 A	2.50 B <sup>*</sup>	2.91 A	2.55 B

<sup>NS</sup>, <sup>\*</sup>, Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ .

**Table 3.** Effects of harvest time and method on width and length olive fruits**Çizelge 3.** Hasat zamanı ve yönteminin zeytin meyvelerinin enine ve boyuna etkileri

Harvest methods	Fruit width (mm)			Fruit length (mm)		
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
Traditional	13.94 <sup>NS</sup>	15.03 <sup>NS</sup>	13.97 <sup>NS</sup>	17.84 <sup>NS</sup>	19.57 <sup>NS</sup>	18.42 <sup>NS</sup>
Pneumatic beaters	14.10	14.52	14.12	18.59	18.78	18.76
Branch shakers	14.17	14.85	13.71	20.76	19.31	18.22
Average	14.07 B <sup>*</sup>	14.80 A	13.93 B	19.06 <sup>NS</sup>	19.22	18.47

<sup>NS</sup>, <sup>\*</sup>, Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ .

The  $h^\circ$  and maturity index of olive fruits harvested by three different means was similar at all three harvest times. The effect of harvest time on  $h^\circ$  and maturity index values were statistically significant. As the harvest time progressed, the decreases in the  $h^\circ$  value of olive fruit color became more pronounced and were 43.40, 31.83, and 18.98, respectively. The maturity index (4.15) of olive fruits in the last harvest period showed a significant increase (42%) compared to previous harvest periods (Table 4).

**Table 4.** Effects of harvest time and method on  $h^\circ$  value and maturity index of olive fruits**Çizelge 4.** Hasat zamanı ve yönteminin zeytin meyvelerinin  $h^\circ$  değeri ve olgunluk indeksine etkileri

Harvest methods	$h^\circ$			Maturity index		
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
Traditional	44.09 <sup>NS</sup>	28.34 <sup>NS</sup>	21.13 <sup>NS</sup>	2.70 <sup>NS</sup>	2.87 <sup>NS</sup>	4.23 <sup>NS</sup>
Pneumatic beaters	39.46	33.01	16.74	2.82	3.33	4.32
Branch shakers	46.66	34.13	19.07	2.82	2.98	3.90
Average	43.40 A <sup>**</sup>	31.83 B	18.98 C	2.78 B <sup>*</sup>	3.06 B	4.15 A

<sup>NS</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , or 0.01, respectively.

During the harvest period, the firmness and moisture content of olive fruits were similar under all three harvest methods. The effect of different harvest times on the firmness of olive fruits was found to be significant ( $P \leq 0.01$ ). A decrease in the firmness and moisture content of olive fruits in the last harvest was observed compared to the first two harvest times. During the last harvest date, the decrease in firmness and moisture content compared to the first was 26% and 32%, respectively. In the last harvest, the firmness content to 11.36 N, and the moisture content decreased to 31.24% (Table 5).

The oil content and free fatty acidity values of olive fruits at different harvest times and methods are given in Table 6. The oil content of olive fruit was similar to each other in three tested harvest methods at all harvest times. The effect of different harvesting methods on free fatty acidity in olive oil was significant in the 3rd harvest ( $P \leq 0.05$ ) and non-significant in other harvests. The free fatty acidity value in olive oil

obtained from fruits harvested with branch shakers (0.66%) in the 3rd harvest was lower than other harvest methods. The effect of harvest time on oil content and free fatty acidity was significant ( $P \leq 0.01$ ) and both values increased steadily with the progress of harvest date. The oil content was determined as 17.55%, 24.23%, and 27.95%, and free fatty acidity was 0.48%, 0.64%, and 0.79% in the three harvest dates, respectively.

**Table 5.** Effects of harvest time and method on firmness and moisture content of olive fruits

**Çizelge 5.** Hasat zamanı ve yönteminin zeytin meyvelerinin sertliği ve nem miktarına etkileri

Harvest methods	Fruit firmness (N)			Moisture content (%)		
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
Traditional	15.82 <sup>NS</sup>	14.00 <sup>NS</sup>	11.59 <sup>NS</sup>	44.16 <sup>NS</sup>	42.58 <sup>NS</sup>	32.46 <sup>NS</sup>
Pneumatic beaters	14.72	13.60	11.56	47.97	44.84	31.19
Branch shakers	15.44	14.25	10.94	45.11	43.06	30.06
Average	15.33 A <sup>**</sup>	13.95 A	11.36 B	45.74 A	43.49 A <sup>**</sup>	31.24 B

<sup>NS</sup>, <sup>\*\*</sup>, Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.01$ .

**Table 6.** Effects of harvest time and method on oil content and free fatty acidity of olive fruits

**Çizelge 6.** Hasat zamanı ve yönteminin zeytin meyvelerinin yağ miktarı ve serbest yağ asitliğine etkileri

Harvest methods	Oil content (%)			Free fatty acidity (oleic %)		
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
Traditional	17.87 <sup>NS</sup>	24.95 <sup>NS</sup>	26.37 <sup>NS</sup>	0.48 <sup>NS</sup>	0.70 <sup>NS</sup>	0.79 a <sup>z</sup>
Pneumatic beaters	16.72	22.94	28.18	0.55	0.63	0.81 a
Branch shakers	18.06	24.81	29.30	0.41	0.58	0.66 b
Average	17.55 C <sup>**</sup>	24.23 B	27.95 A	0.48 C <sup>**</sup>	0.64 B	0.79 A

<sup>z</sup> Means separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

<sup>NS</sup>, <sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ , or 0.01, respectively.

The effect of harvesting methods on the total phenolic content and antioxidant activity of olive fruit was not significant at all harvest times. The total phenolic content of olive fruits was 124.8-130.0 mg GAE/100 g and 117.5-123.4 mg GAE/100 g at the first and last harvest, respectively. The antioxidant activity ranged from 79.9-86.4  $\mu\text{mol TE/g}$  and 62.9-78.4  $\mu\text{mol TE/g}$ , respectively. The harvest time had a marked effect on the total phenolic content and antioxidant activity of olive fruits ( $P \leq 0.05$ ). The total phenolic content and antioxidant activity of olive fruits were higher in the 1st harvest than in the 3rd harvest (Table 7).

**Table 7.** Effects of harvest time and method on total phenol content and antioxidant activity of olive oil

**Çizelge 7.** Hasat zamanı ve yönteminin zeytin meyvelerinin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesine etkileri

Harvest methods	Total phenolic content (mg GAE/100 g)			Antioxidant activity ( $\mu\text{mol TE/g}$ )		
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
Traditional	124.83 <sup>NS</sup>	125.52 <sup>NS</sup>	117.53 <sup>NS</sup>	79.92 <sup>NS</sup>	74.23 <sup>NS</sup>	62.88 <sup>NS</sup>
Pneumatic beaters	126.74	125.78	122.92	86.36	82.69	78.43
Branch shakers	129.95	122.49	123.41	82.76	73.31	67.24
Average	127.18 A <sup>*</sup>	124.59 AB	121.29 B	83.01 A <sup>*</sup>	76.74 AB	69.52 B

<sup>NS</sup>, <sup>\*</sup>, Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ .



Changes in fatty acids determined as palmitic, stearic, oleic, and linoleic acid contents in olive oil according to different harvest times and methods are presented in Table 8. The effect of harvesting methods on the fatty acid composition of olive oil was similar throughout the harvest periods. The palmitic acid, stearic acid, oleic acid, and linoleic acid contents of olive oil ranged between the following values 12.81-13.67%, 2.88-3.43%, 68.97%-70.17%, and 10.56%-12.00%, respectively. The effect of harvest dates on palmitic, stearic, and linoleic acid contents of olive oil was significant ( $P \leq 0.05$ ), while non-significant for oleic acid. The palmitic acid and stearic acid were the highest in the 1st harvest and lowest in the 3rd harvest. The linoleic acid was higher in the 3rd harvest than the previous harvests. Other fatty acids found in olive oil were and ranged as follows: palmitoleic acid (C16:1) 0.78-0.96%, margaric acid (C17: 0) 0.17-0.22%, heptadecanoic acid (C17: 1) 0.24-0.27%, linolenic acid (C18: 3) 0.65-0.82%, arachidonic acid (C20: 0) 0.21-0.52%, and eicosenoic acid (C20: 1) 0.32-0.41%.

**Table 8.** Effects of harvest time and method on palmitic, stearic, oleic, and linoleic acid contents of olive oil

**Çizelge 8.** Hasat zamanı ve yönteminin zeytin yağının palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit oranına etkileri

Harvest methods	Palmitic acid (C16:0)			Stearic acid (C18:0)		
	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest	1st harvest	2nd harvest	3rd harvest
Traditional	13.64 <sup>NS</sup>	13.07 <sup>NS</sup>	12.81 <sup>NS</sup>	3.32 <sup>NS</sup>	2.93 <sup>NS</sup>	2.92 <sup>NS</sup>
Pneumatic beaters	13.32	12.97	13.06	3.26	2.98	2.88
Branch shakers	13.15	12.95	12.83	3.43	2.94	2.89
Average	13.37 A <sup>*</sup>	12.99 AB	12.90 B	3.34 A <sup>*</sup>	2.95 B	2.90 B
	Oleic acid (C18:1)			Linoleic acid (C18:2)		
Traditional	68.97 <sup>NS</sup>	69.67 <sup>NS</sup>	70.17 <sup>NS</sup>	11.17 <sup>NS</sup>	11.39 <sup>NS</sup>	11.61 <sup>NS</sup>
Pneumatic beaters	70.07	70.14	69.40	10.65	10.91	12.00
Branch shakers	70.13	69.93	69.75	10.56	11.18	11.69
Average	69.72 <sup>NS</sup>	69.91	69.78	10.79 B <sup>*</sup>	11.16 B	11.76 A

<sup>NS</sup>, <sup>\*</sup>, Nonsignificant or significant at  $P \leq 0.05$ .

## DISCUSSION and CONCLUSION

The mechanical damage index in olive fruits harvested by branch shakers was lower than those harvested by the traditional method, beating with a stick. Since branch shakers shake the branches without direct contact with fruit, the fruit was free from mechanical damage. In the last harvest, the rate of severely damaged olive fruits was significantly higher than in the previous harvests. The damaged rate was influenced since mechanical resistance decreases with aging making fruit more susceptible to damage (Wills et al., 1998; Karaçalı, 2016).

Fruit size is one of the important quality criteria required in olive fruits. The size of olive is a desirable feature in terms of harvesting both table and oil cultivars (Scaramuzzi and Roselli, 1986). The average fresh weight was higher in the 2nd and 3rd harvests compared with the 1st harvest, as supported by higher fruit width at the 2nd harvest. Depending on the delay of the harvest, the weight increase continues for some time (Nergiz and Engez, 2000).

The flesh/pit ratio defines the edible ratio of olive fruit and this ratio should be high. In table olive cultivars, a high flesh/pit ratio showing high quality and is the desired feature. In the second harvest, the flesh/pit ratio is higher than the other harvests since fruit size increases with the advancement of maturity in the olives while the changes in the pit weight are very limited. In olive, fruit growth displays a double sigmoid curve and the pit development is completed during the first rapid development and second slow development stages (Karaçalı, 2016). This leads to an increase in the fruit/pit ratio in olives.

Significant decreases in the  $h^{\circ}$  value of olive fruits in the last harvest are in harmony with the aging of the fruit. In the 1st harvest, olive fruits appeared green, bright-vivid, while the fruit color began to darken with the progress of harvest time. The color of olive fruits changes from green to black as the harvest is delayed (Civantos, 1986). In determining fruit ripening and optimum harvest maturity, the most commonly used method is the maturity index that determines the fruit color, even if the index value is subjective (Garcia and Yousfi, 2005). The increase in the maturity index values of olive fruits with the progress of harvest time was found to be consistent with changes in olive color from green to black.

The fruit firmness decreased in the last harvest, so the higher firmness levels seen during the first two harvest times are compatible with the age of the fruits that lose water and turgid nature. With the progression of maturity, a decrease in resistance of fruit flesh is seen in olive fruits (Wills et al., 1998).

As the harvest date was extended, the oil content of olive fruits increased steadily. In studies of different olive cultivars, it is reported that the quantity of oil increased with the progression of maturity and increase of dry weight due to water loss (Nergiz and Engez, 2000; Baccouri et al., 2008; Kutlu and Şen, 2011; Dag et al., 2011). A significant decrease in the moisture content of olive fruits was seen in the last harvest compared to the first two harvests, which is consistent with the results of similar studies in olives (Nergiz and Engez, 2000; Brescia et al., 2007; Kutlu and Şen, 2011). Its fruit moisture content also depends on climatic factors and practices as irrigation, precipitation, relative humidity, and temperature (Brescia et al., 2007). The main ingredients that make up olive fruit flesh are water and oil. The amount of these varies in the reverse directions during the development period. Thus, there is a significant relationship between oil accumulation and water reduction in fruit (Alowaiesh et al., 2016).

The free fatty acidity value in olive oil obtained from olive fruits harvested with branch shakers in the last harvest is lower than other harvesting methods due to the low levels of mechanical damage which is known to elevate free fatty acidity. With the progression of harvest time, the acidity in olive oil has increased steadily as found for Gemlik (Kutlu and Şen, 2011), Blanqueta, Arbequina (Garcia et al., 1996), and Cornicabra olive varieties (Salvador et al., 2001). Yousfi et al. (2006) stated that free fatty acid increases with maturity. The increase in free fatty acid value linked with maturity is associated with an increase in enzymatic activity especially an increase in lipolytic enzymes. In addition, olive fruits are prone to pest and mechanical damages towards maturity, which also leads to high free fatty acid values (Salvador et al., 2001; Romero et al., 2002).

The total phenolic content and antioxidant activity of olive fruits is higher in the first harvest than in the last harvest, in which the increase in the breakdown of phenolic compounds with the progression of maturation is effective. Early harvested olive fruits contain high levels of polyphenols, which contributes to acerbity and pungency (Diraman and Dibeklioğlu, 2009; Dag et al., 2011). Phenolic compounds vary greatly during fruit ripening according to the cultivar, level of maturity, and growing conditions (Yousfi et al., 2006; Gómez-Rico et al., 2006).

The palmitic and stearic acid contents in olive oil were the highest in the first harvest, whereas the linoleic acid content was the highest in the last harvest. In general, as the fruit matures, the oil becomes less stable due to the increase in polyunsaturated fatty acids and the decrease in total polyphenol content (Morello et al., 2004; Ayton et al., 2007; Dag et al., 2011). These changes are of high commercial importance as they significantly affect the sensory properties and shelf life of the oil. The composition of olive oil can vary significantly with the progression of maturity depending on the cultivar and climatic conditions (Ünal and Nergiz, 2003; Kutlu and Şen, 2011).

The mechanical damage index and free fatty acidity of olive fruits harvested with branch shakers were lower than those harvested traditionally by beating with a stick. Olive fruits showed an increase in weight, maturity index, oil content, and linoleic acid content with the progression of harvest time, and a decrease in  $h^{\circ}$  value and moisture, free fatty acidity, total phenolic, and palmitic, stearic, and linolenic acid

contents in the last harvest, while, in the 2nd harvest, fruit width and flesh/pit ratio were found as the highest. The results showed that significant changes in some physical and chemical properties of the olive fruit were observed with the progression of maturity. As conclusion, olive growers in Edremit region are recommended to use branch shakers and prefer to harvest in December for Ayvalık yağlık olive variety.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Ege University BAP Coordination Unit. We would like to thank “Halil Esen Olive Cultivation” for their supports.

## REFERENCES

- Al-Maaitah, M.I., K.M. Al-Absi & A. Al-Rawashdeh, 2009. Oil quality and quantity of three olive cultivars as influenced by harvesting date in the middle and southern parts of Jordan. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11: 266-272.
- Ahmad, R. & S. Ayoub, 2014. A Comparative study of hand-held harvesting machine with traditional methods used for olive harvesting in Jordan. *Proceedings of the 5th Int. Conf. Olivebioteq 2014*.
- Alowaiesh, B., Z. Singh & S.G. Kailis, 2016. Harvesting time influences fruit removal force, moisture, oil content, free fatty acids and peroxide in the oil of Frantoio and Manzanilla olive cultivars. *Australian Journal of Crop Science*, 10: 1662-1668.
- Amirante, P., A. Tamborrino & A. Leone, 2012. Olive harvesting mechanization systems in high-density orchards. *Acta Horticulturae*, 949: 351-358.
- Anonymous, 1973. *Yemeklik Zeytinyağı Muayene Metodları*. TS.342 Türk Standartları. Necatibey Cad. 112, Bakanlıklar, Ankara.
- Anonymous, 1987. *Standard methods for the analysis of oils, fats, and derivatives*. International Union of Pure and Applied Chemistry, 7th., Blackwell Scientific Publications., UIPAC Method 2.301.
- Anonymous, 2000. Yağlı tohumlar - Yağ muhtevasının tayini, TS 973 EN ISO 659.
- Anonymous, 2001. Yağlı tohumlar - Rutubet ve Uçucu Madde Muhtevasının Tayini. TSE 1632.
- Aygun, İ., E. Urkan, F.N. Alayunt, H. Yalçın & A.B. Tekin, 2019. İzmir ilinde zeytin hasadında kullanılan yerli ve ithal çırpıcı tip makinaların hasat performanslarının değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 265-271.
- Ayton J., R.J. Mailer, A. Haigh, D. Tronson & D. Conlan, 2007. Quality and oxidative stability of Australian olive oil according to harvest date and irrigation. *Journal of Horticultural Science*, 69(1): 67-73.
- Baccouri, O., M. Guerfel, B. Baccouri, L. Cerretani, A. Bendini, G. Lercker, M. Zarrouk & D.D. Ben Miled, 2008. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chemistry*, 109(4): 743-754.
- Beltran, G., C. Del Rio, S. Sanchez & L. Martinez, 2004. Influence of harvest date and crop yield on the fatty acid composition of virgin olive oils from cv. Picual. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 3434-3440.
- Benzie, I.F.F. & J.J. Strain, 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of 'Antioxidant Power': the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70-76.
- Brescia, M.A., T. Pugliese, E. Hardy & A. Sacco, 2007. Compositional and structural investigations of ripening of table olives, Bella Della Daunia, by means of traditional and magnetic resonance imaging analyses. *Food Chemistry*, 105: 400-404.
- Boskou, D, 1996. *Olive oil chemistry and technology. history and characteristics of the olive tree*. AOCS Press, Champaign, Illinois : 1 - 6.
- Civantos, L. 1986. *Obtencion del aceite de oliva*. Editorial Agricola Espanola, Madrid, Spain, pp. 279.

- Dag, A., Z. Kerem, N. Yogev, I. Zipori, S. Lavee & E. Ben-David, 2011. Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 127: 358–366.
- Diraman, H. & H. Dibeklioğlu, 2009. Characterization of Turkish virgin olive oils produced from early harvest olives. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86:663–674.
- Famiani, F., D. Farinelli, S. Rollo, S. Camposeo, C.D. Vaio & P. Inglese, 2014. Evaluation of different mechanical fruit harvesting systems and oil quality in very large size olive trees. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12: 960-972.
- Garcia, J. M., S. Seller & M.C. Perez, 1996. Influence of fruit ripening on olive oil quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 3516-3520.
- Garcia, J.M. & K. Yousfi, 2005. Non-destructive and objective methods for the evaluation of the maturation level of olive fruit. *European Food Research and Technology*, 221: 538-541.
- Gertsis, A., D. Fountas, I. Arpasanu & M. Michaloudis, 2013. Precision agriculture applications in a high density olive grove adapted for mechanical harvesting in Greece. *Procedia Technology*, 8:152-156.
- Gómez-Rico, A., M.D. Salvador, M.L. Greca & G. Fregapane, 2006. Phenolic and volatile compounds of extra virgin olive oil (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra) with regard to fruit ripening and irrigation management. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 7130-7136.
- Harwood, J.L. & P. Yaqoob, 2002. Nutritional and health aspects of olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104: 685-697.
- Karaçalı, İ., 2016. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlaması. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494, Bornova, İzmir, 486 s.
- Kutlu, E. & F. Şen, 2011. Farklı hasat zamanlarının Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidinde meyve ve zeytinyağı kalitesine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 48(2): 85-92.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *Hort Science*, 27(12): 1254-1255.
- Mele, M.A., M.Z. Islam, H.M. Kang & A.M. Giuffre, 2018. Pre-and post-harvest factors and their impact on oil composition and quality of olive fruit. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(7): 592-603.
- Menz, G. & F. Vriesekoop, 2010. Physical and chemical changes during the maturation of Gordal Sevillana olives (*Olea europaea* L., cv. Gordal Sevillana). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 4934–4938.
- Morello, J.R., M.J. Motilva, M.J. Tovar & M.P. Romero, 2004. Changes in commercial virgin olive oil during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chemistry*, 85: 357–364.
- Nergiz, C. & Y. Engez. 2000. Compositional variation of olive fruit during ripening. *Food Chemistry*, 69: 55-59.
- Romero, M.P., M.J. Tovar, J. Girona & M.J. Motilva, 2002. Changes in the HPLC phenolic profile of virgin olive oil from young trees (*Olea europaea* L. Cv. Arbequina) grown under different deficit irrigation strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(19): 5349–5354.
- Salvador, M.D., F. Aranda & G. Fregapane, 2001. Influence of fruit ripening on Cornicabra virgin olive oil quality: A study of four successive crop seasons. *Food Chemistry*, 73: 45-53.
- Scaramuzzi, F. & G. Roselli, 1986. Olive Genetic Improvement. *Olea*, 17: 21-25.
- Ünal, K. & C. Nergiz, 2003. The Effect of table olive preparing methods and storage on composition and nutritive value of olives. *Grasas y Aceites*, 54: 71-76.
- Vieri, M. & R. Gucci, 2008. Tutte le tecnologie per risparmiare sui costi: Speciale Strategie e Tecniche di potature dell'olivo. *Olive & Olio*, 1: 34-41.
- Yousfi, K., M.R. Cert & M.J. Garcia, 2006. Changes in quality and phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation. *European Food Research and Technology*, 223: 117-124.
- Wills, R., B. McGlasson, D. Graham & D. Joyce, 1998. Postharvest an Introduction to the Physiology & Handling of Fruit, Vegetables & Ornamentals, 4<sup>th</sup> Edition, UNSW Press, Sydney, Australia, p. 262.
- Zheng, W. & S.Y. Wang, 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 5165-5170.

**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):513-522  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.900698>

Şerif HEPCAN<sup>1\*</sup> 

Çiğdem COŞKUN HEPCAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Ege University, Agricultural Faculty,  
Department of Landscape Architecture,  
35100, Bornova-İzmir/Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[serifhepcan@yahoo.com](mailto:serifhepcan@yahoo.com)

## Assessing ecosystem services of urban green spaces: the case of Eugene Pioneer Cemetery, Eugene, OR (USA)\*

Kentsel yeşil alanlardaki ekosistem servislerinin hesaplanması: Eugene Pioneer Mezarlığı, Eugene, Oregon (ABD)

Received (Alınış): 22.03.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 21.05.2021

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to quantify four regulating ecosystem services; carbon sequestration and storage, avoided run-off, air pollution removal by trees and oxygen production in the Eugene Pioneer Cemetery, OR (USA).

**Material and Methods:** For data preparation the field data of trees was collected on paper data sheets. Collected data in the field were land-use type, tree species, diameters of breast height-DBH (cm), total tree height (m), live crown height (m), crown base height (m), and crown percent missing. In data analysis I-Tree Eco model version 6 developed by the U.S. Forest Service, Northern Research Station was used.

**Results:** The gross sequestration of the cemetery trees is about 7,136 metric tons of carbon per year. Trees in the cemetery were estimated to store 1,610 metric tons of carbon. The trees and shrubs of the cemetery help to avoid run-off by an estimated 452 cubic meters a year. It was estimated that trees remove 143,9 kilograms of air pollutions. Trees in the cemetery were estimated to produce 19,03 metric tons of oxygen per year.

**Conclusion:** This study recommends large green areas (large permeable surfaces) and trees with large crowns in the planting design as a better solution for regulating ecosystem services.

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, Eugene Pioneer Mezarlığı, Oregon (ABD) 'de, dört düzenleyici ekosistem servisini ölçmektir; bunlar karbon tutulması ve depolanması, yüzey akışının önlenmesi, hava kirlenmelerinin tutulması ve oksijen üretimidir.

**Materyal ve Yöntem:** Veri hazırlama aşamasında ağaçlara ilişkin ölçülen veriler kâğıt üzerine kaydedilmiştir. Arazi kullanım türü, ağaç türleri, ağacın göğüs yüksekliğindeki çapı-DBH (cm), ağaç yüksekliği (m), canlı taç yüksekliği (m), tacın yerden yüksekliği (m), kayıp taç yüzdesi. Veri analizinde I-Tree Eco model versiyon 6 kullanılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Mezarlıktaki ağaçlar brüt olarak yılda yaklaşık 7.136 ton karbonu tutmakta ve 1.610 ton karbonu depolamaktadır. Alandaki bitkiler yılda yaklaşık 452 m<sup>3</sup> bir yüzey akışı engellemekte ve 143,9 kg hava kirlenmesini ortadan kaldırmaktadır. Son olarak mezarlıktaki ağaçların yıllık 19,03 ton oksijen ürettiği hesaplanmıştır.

**Sonuç:** Bu çalışma, daha iyi düzenleyici ekosistem servislerini üretebilmek için geniş taçlı ağaçların kullanıldığı, büyük bölümü geçirgen olan geniş yeşil alanların tasarımını önermektedir.

**Keywords:** Green areas, ecosystem services, I-Tree Eco, cemetery

**Anahtar sözcükler:** yeşil alanlar, ekosistem servisleri, I-Tree Eco, mezarlık

## INTRODUCTION

Urban ecosystems provide several services such as carbon storage and sequestration, removal of air pollutants, reduction of storm water run-off, decreased heat stress, and improved local climatic conditions (Bolund & Hunhammar, 1999; Alberti, 2005; Forman, 2014), which are very valuable to city dwellers.

Urban green spaces play a pivotal role in maintaining and/or providing ecosystem services (ES) that occur in many forms which include social, ecological and psychological fields (Chiesura, 2004; Zhou & Wang, 2011). It is important to note that the type and amount of ES provided will vary with each green space vegetation type (Mexia et al., 2018). Although existence of different plant layers is important (Forman, 2014), trees are mostly responsible for providing directly and/or facilitating many of the services in green spaces. Therefore, trees are generally the major subject of the studies in calculating ES (Nowak et al., 2006; Nowak et al., 2014; Selmi et al., 2016; Coskun Hepcan & Hepcan, 2017, 2018; Parsa et al., 2020). However, old growth trees with large canopies should be underlined for providing ES (Coskun Hepcan & Hepcan, 2017).

Another issue is the role of native tree species in providing ES. Although there are some studies that indicate the benefits of non-native species in terms of generating ES in cities (Railey et al., 2018), native species perform better in many ways including supporting urban biodiversity and carbon accumulation (Helden et al., 2012; Schwendenmann & Neil, 2014).

In order to maintain and/or improve ES there is a growing interest in the calculation and mapping of ES all over the world (European Commission, 2011). There are different methods available for the quantification and mapping of the supply of ES. They could be either allometric equations such as used by Derkzen et al. (2015), McDonald et al. (2007) and Tratalos et al. (2007), or software applications like I-Tree Eco model (USDAFS, 2008). The I-Tree Eco model uses tree measurements and other data to estimate ES. It provides flexible data collection options, automated processing and detailed reports (USDAFS, 2008). Urban landscapes need to be studied intensively for a better understanding of the urban ecological processes and related ES to develop ES friendly designs and planning approaches.

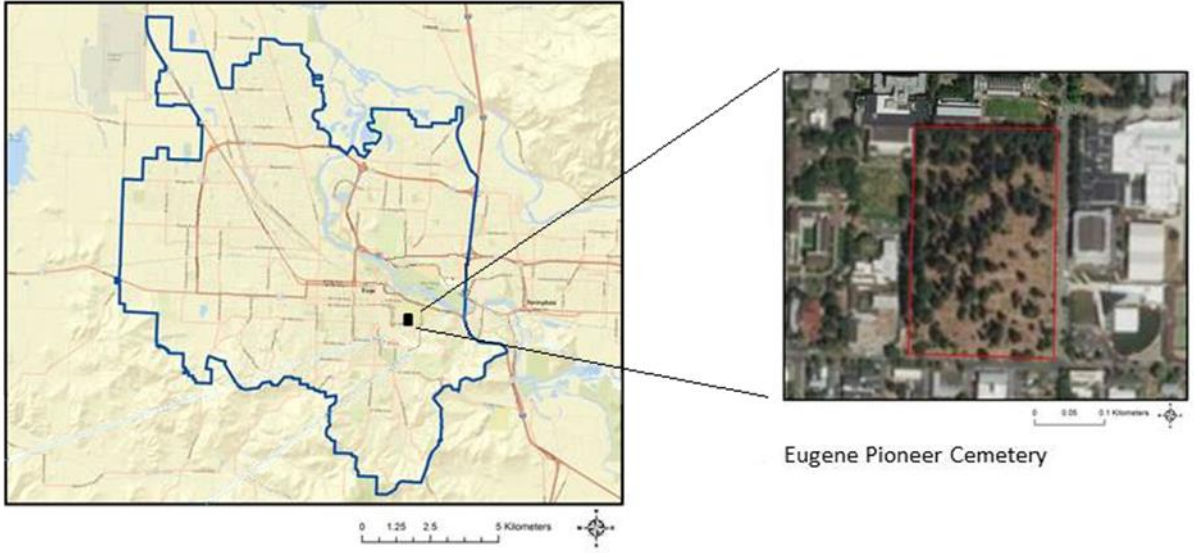
The quantification and mapping of the supply of ES are key steps in the design of urban green spaces in urban planning for ES provisions and the design of healthier and more resilient urban landscapes (Derkzen et al., 2015).

In this study the quantification of the supply of ES was undertaken in the Eugene Pioneer Cemetery of Eugene, OR (USA). The cemetery was studied because the area includes large old-growth trees that could prove their values in terms of ES. For this purpose four regulating ES were selected and studied; carbon sequestration and storage, avoided run-off, air pollution removal and oxygen production. The I-Tree Eco software application (USDAFS, 2008) was employed to quantify the above-mentioned four regulating ES.

## MATERIAL and METHODS

### Study area

Eugene, Oregon (USA) was chosen as the study region since some very successful projects such as West Eugene Wetland Partnership (WEW) and The Rivers to Ridges Partnership (R2R) have been undertaken in the planning and protecting of open and green spaces and the key ecosystem functions (Rivers to Ridges Partnership, 2015). In this study, the Eugene Pioneer Cemetery in Eugene was studied (Figure 1).



**Figure 1.** The study area.

**Şekil 1.** Araştırma alanı.

The Pioneer Cemetery covering 6.67 ha was established in 1872. It is located at East 18th Ave. and University St. adjacent to the campus of the University of Oregon in Eugene ( $44^{\circ} 2' 34''$  and  $44^{\circ} 2' 24''$  North,  $123^{\circ} 4' 29''$  and  $123^{\circ} 4' 88''$  West). The cemetery is full of old-growth and monumental trees. It is limited in size but still has open burial sites. Only about two or three people are still buried in the cemetery each year (EPC, 2018). It has historical significance in Eugene and has a protected status (Figure 2).



**Figure 2.** The Eugene Pioneer Cemetery.

**Şekil 2.** Eugene Pioneer Mezarlığı.



## Methods

Data preparation and data analysis were the primary steps of the methodology. I-Tree Eco model version 6 developed by the U.S. Forest Service, Northern Research Station, was used to calculate four regulating ecosystem services: carbon sequestration and storage, avoided run-off, air pollution removal and oxygen production. The complete inventory option was selected and all trees were measured and recorded based on the instructions of I-Tree Eco module. Tree measurements are very important for I-Tree to quantify ecosystem services. The quality of the results is closely related to the collection of recommended measurements as well as tree species and DBH data (USDAFS, 2008).

Carbon sequestration and storage; Trees reduce the amount of carbon in the atmosphere by sequestering and storing in their tissues. The size and health of the trees increase the amount of carbon sequestered annually (Abdollahi et al., 2000; Nowak et al., 2002).

Avoided run-off; Storm water run-off is one of the major concerns in urban settings. During rainfall trees and shrubs intercept some of the precipitation while the rest reaches the ground. The amount of the precipitation that does not seep into the soil naturally turns into surface run-off (Hirabayashi, 2012). In built-up areas the amount of run-off increases because of the large impervious surfaces. Trees and shrubs are very useful in terms of reducing surface run-off in urban landscapes. They intercept the rainfall and facilitate infiltration and storage by their root systems in the soil.

Air pollution removal; Air pollution is one of the major problems in urban areas. Urban trees provide valuable service in this case. Air pollution removal estimates are calculated and based on procedures mentioned in Nowak et al. (2014). In this process variables including local tree cover, leaf area index, percent evergreen, weather, pollution, and population data are used to estimate pollution removal rates ( $\text{g}/\text{m}^2$  tree cover) and values ( $\$/\text{m}^2$  tree cover). The above mentioned values are applied to the  $\text{m}^2$  of the tree cover to estimate total removal and the values of air pollutants such as  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ , and  $\text{SO}_2$ . The removal of five air pollutants by trees was calculated and reported in I-Tree Eco.

Oxygen production; Oxygen production is one of the most significant and underlying benefits of trees in urban landscapes. The annual oxygen production of a tree is tied to the amount of carbon sequestered by the tree biomass (Nowak et al., 2007).

## Data preparation

The field data of trees was collected on paper data sheets. The collected data in the field were land-use type, tree species (common and scientific name), and diameters of breast height-DBH (cm), total tree height (m), live crown height (m), crown base height (m), and crown percent missing. The smart phone app Timber Tree Height Estimator developed by Crop Applications, LLC was used to measure the total tree height, live crown height and crown base height of the trees. A measuring tape was used to measure the diameters of breast height (DBH) and crown width (N/S and E/W) of the trees and the direction and distance to the nearest building. The data on the paper sheets were added to the model manually.

## Data analysis

I-Tree Eco calculates ES taking into account some data types, such as pollution, climate, elevation, soil and population already available in the model.

In this study ES provided by trees in the study areas was measured using the most recent available data in the model from 2015. Once the field data for the trees was collected and added into the model, I-Tree Eco required a validation process. After checking the data for validation, the model was run to calculate four regulating ES for each green area separately.



## RESULTS

### Tree characteristics of the cemetery

The Eugene Pioneer Cemetery has 356 trees that cover 40,9% of the entire area. The three most common species are Douglas fir (47,5%), Western red cedar (19,9%), and English holly (11,0%). The overall tree density in the cemetery is 54 trees/hectare. In the cemetery about 84% of the trees are species native to North America, while 80% are native to Oregon. Species exotic to North America make up 16% of the population. Most exotic tree species have an origin from Europe & Asia (14% of the species) (Table 1).

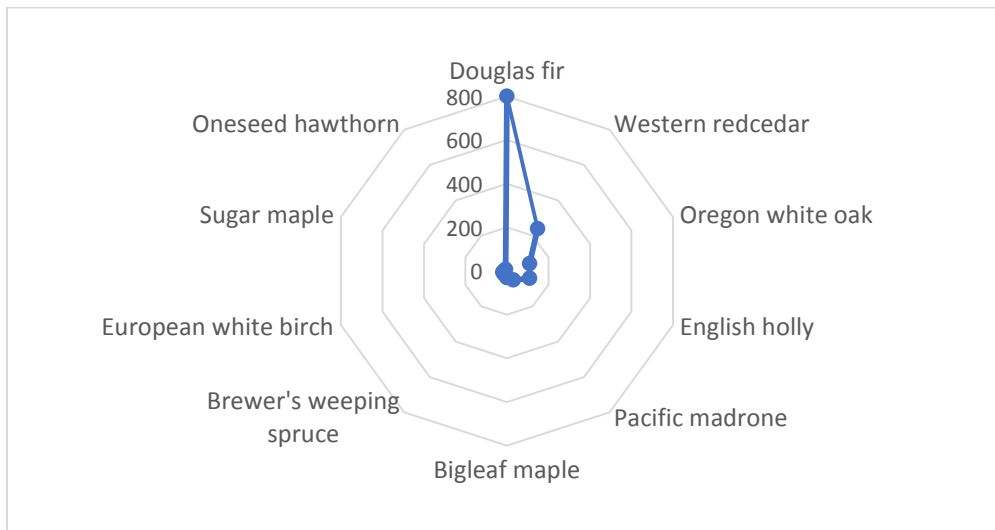
**Table 1.** Most common species in the cemetery

**Çizelge 1.** Mezarlıkta en çok bulunan türler

Species name	Scientific Name	% Population
Douglas fir	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	47.5
Western red cedar	<i>Thuja pilicata</i>	19.9
Oregon white oak	<i>Quercus garryana</i>	8.1
English holly	<i>Ilex aquifolium</i>	11.0
Big leaf maple	<i>Acer macrophyllum</i>	1.4
Pacific madrone	<i>Arbutus menziesii</i>	2.2
Black walnut	<i>Juglans nigra</i>	1.1
Japanese cherry	<i>Prunus serrulata</i>	1.7
Oneseed hawthorn	<i>Crataegus monogyna</i>	2.0
Brewer's weeping spruce	<i>Picea breweriana</i>	1.1

### Carbon sequestration and storage

The gross sequestration of the cemetery trees is about 7,136 metric tons of carbon per year with an associated value of \$1,020. Trees in the cemetery are estimated to store 1,610 metric tons of carbon. Of the species sampled, Douglas fir stores and sequesters the most carbon (approximately 54,6% of the total carbon stored and 31,1% of all sequestered carbon) (Figure 3).

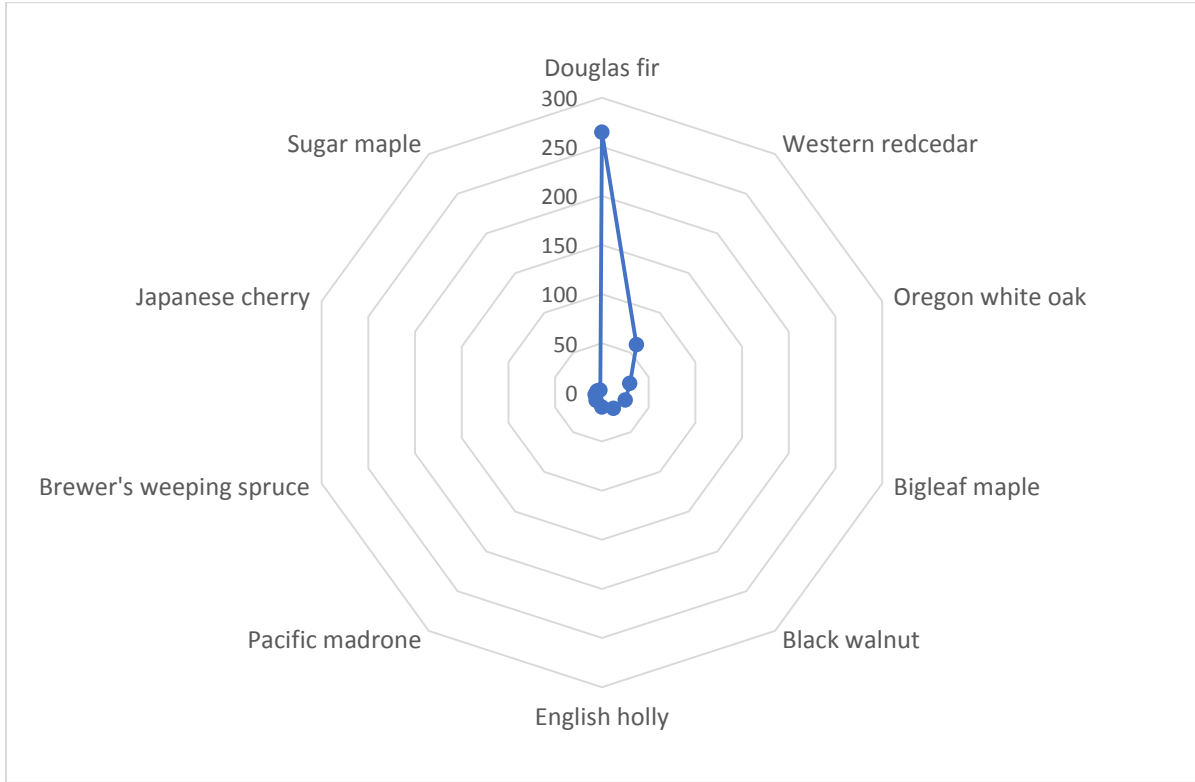


**Figure 3.** Estimated carbon storage (points) and values (bars) for tree species with the greatest storage.

**Şekil 3.** En fazla karbon depolayan türler ve depoladıkları karbon miktarları.

### Avoided run-off

The trees and shrubs of the pioneer cemetery help reduce surface run-off by an estimated 452 cubic meters a year with an associated value of \$1,100. The avoided runoff estimate is done based on local weather from the user-designated weather station. In the cemetery the total annual precipitation in 2015 was 83,1 centimeters (Figure 4).



**Figure 4.** Avoided runoff (points) and value (bars) for species with greatest overall impact of run-off.

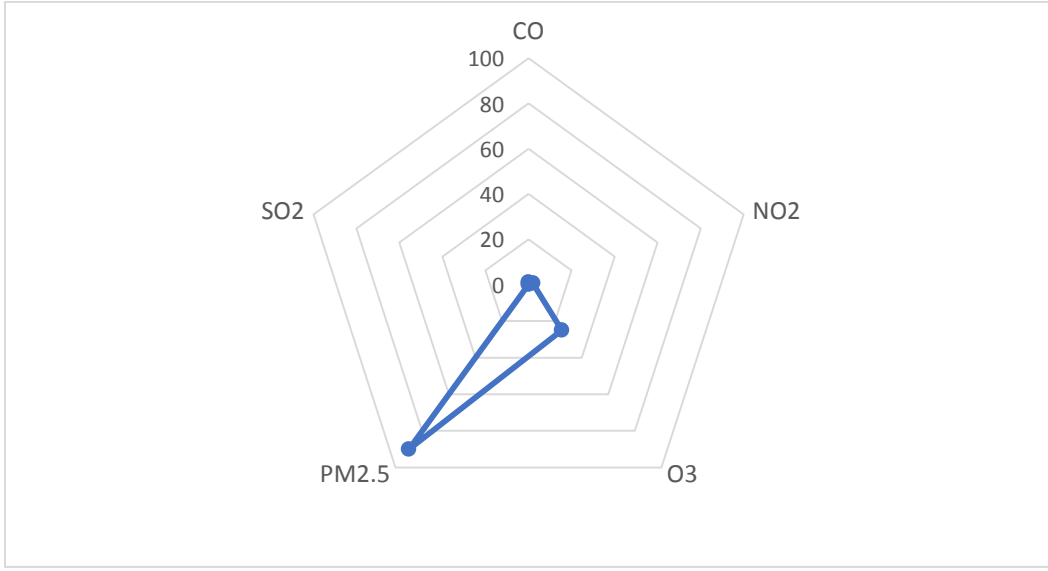
**Şekil 4.** Yüzey akışa en fazla etki eden türler ve engelledikleri miktarlar.

### Air pollution removal by trees

Pollution removal by trees in the cemetery was estimated using field data and recent available pollution and weather data. Pollution removal was greatest for ozone (Figure 5). It was estimated that trees remove 143,9 kilograms of air pollution per year which includes ozone (O<sub>3</sub>), carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), particulate matter less than 2.5 microns (PM<sub>2.5</sub>), and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) with an associated value of \$2,000.

In 2015, the trees in the cemetery emitted an estimated 99,49 kilograms of volatile organic compounds (VOCs) (25,29 kilograms of isoprene and 74,2 kg of monoterpenes). Emissions vary among species based on the species characteristics and the amount of leaf biomass. Some genera such as oaks are high isoprene emitters.

82 % of the urban forest's VOC emissions are from Douglas fir and Oregon white oak. These VOCs are precursor chemicals to ozone formation.

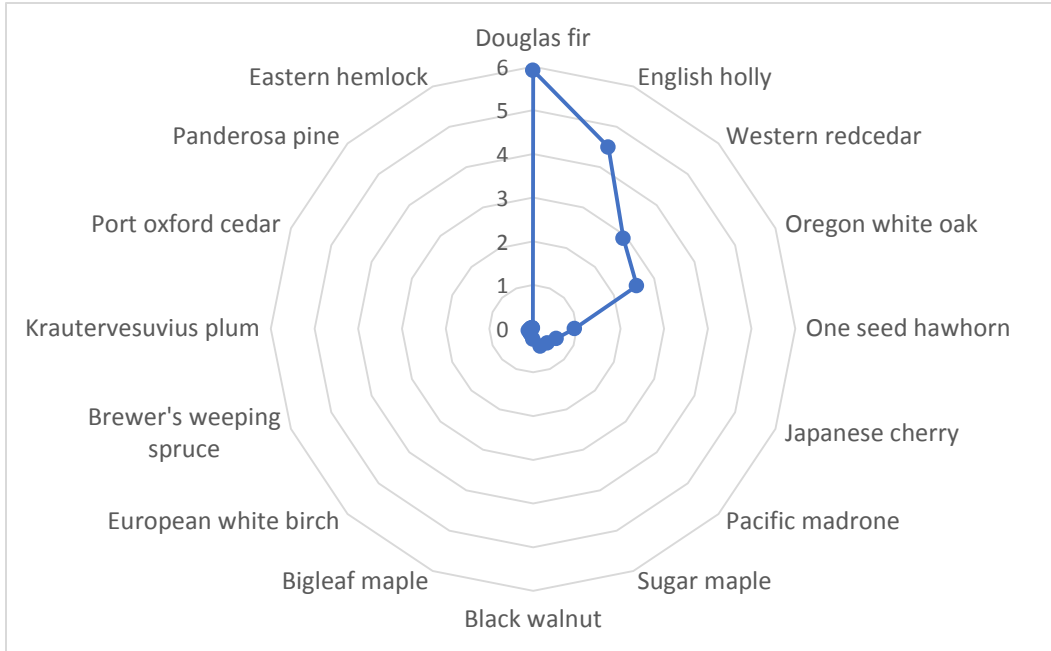


**Figure 5.** Annual pollution removal (points) and value (bars) by trees.

**Şekil 5.** Ağaçların yıllık olarak tuttuğu hava kirleticilerinin miktarları.

### Oxygen production

The trees in the cemetery were estimated to produce 19,03 metric tons of oxygen per year (Table 2). Douglas fir takes the lead among trees in this case. However, it should be kept in mind that there is already a large amount of oxygen in the atmosphere and the role of the aquatic system in oxygen production is very significant (Nowak et al., 2007).



**Figure 6.** Annual oxygen production (kg) by trees.

**Şekil 6.** Ağaçların yıllık olarak ürettiği oksijen miktarları.

## DISCUSSION and CONCLUSIONS

In this study, the Eugene Pioneer Cemetery was studied since it includes many old-growth large trees that could quantitatively show its value in terms of ES as a historically significant area. Four regulating ES have been calculated; carbon sequestration and storage, avoided run-off, air pollution removal and oxygen production. It is important to mention that above-mentioned services are also quite relevant to human health in urban landscapes (Derkzen et al., 2015).

The gross sequestration of trees in the cemetery is about 7,136 metric tons of carbon per year. Trees are estimated to store 1,610 metric tons of carbon. Carbon sequestration rate of the cemetery is a little less than the one calculated by Coskun Hepcan & Hepcan, 2018 in the Rectorship garden (7,87 metric ton/year). In terms of carbon storage on the other hand, the cemetery has performed better than the Rectorship garden because the garden has stored only 648 metric ton.

Plant cover of the pioneer cemetery helps reduce surface run-off by an estimated 452 cubic meters a year. This indicates that the Rectorship garden has a significantly higher capacity of potential runoff retention rate than the cemetery because the storm water runoff rate is estimated to be nearly 7,018.9 cubic meters in the garden (Coskun Hepcan & Hepcan, 2018).

Urban trees remove large amounts of air pollution that helps improve air quality in urban landscapes (Nowak et al., 2006; Selmi et al., 2016). In the present study, it was estimated that trees in the cemetery remove 143,9 kilograms of air pollution per year which includes ozone (O<sub>3</sub>), carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), particulate matter less than 2.5 microns (PM<sub>2.5</sub>), and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>). Similarly, Coskun Hepcan & Hepcan (2017) estimated an air pollution removal rate at the Ege University housing campus in Izmir, Turkey. The findings show that plant cover of the campus removed about 28.70 kg of CO, 143.85 kg of NO<sub>2</sub>, 1.58 tons of O<sub>3</sub>, 90.6 kg of SO<sub>2</sub>, and 69.61 kg PM<sub>2.5</sub> per year.

There are a number of methods and equations for assessing ES. The present study used I-Tree Eco model. The model uses tree measurements and other data to estimate ecosystem services and structural characteristics of the tree cover. Eco model provides sampling and data collection protocols, flexible data collection options, automated processing and detailed reports (USDAFS, 2008). It is easy to use and calculate multiple ES simultaneously. But, depending upon the purpose of the study and output requirements, it needs an exact field data set as instructed in the manual of the model for the accuracy of the results. It is important to note that gathering data and entering them into the model requires significant amount of time and effort.

In quantifying carbon storage two factors are important. The first is biomass volume that is associated with the carbon storage capacity of trees. The second is vegetation type (Derkzen et al., 2015). Vegetation type is considered to be highly important by Mexia et al. (2018) and Parsa et al. (2020). Their results showed that some ecosystem services varied greatly with vegetation type. Carbon sequestration for instance was positively influenced by tree density.

Integrating the concept and the principles of ES into a green space design and management is very important, but the adaptation of this concept by spatial planners into urban planning practices may be even more important (Hubacek & Kronenberg, 2013).

In the case of run-off retention, urban green spaces with large pervious surfaces can play an important role, but some storm water facilities such as filter strips, dry detention ponds, infiltration strips, and bio-swales would also be helpful in reducing storm water run-off volume. Thus, a holistic approach that includes both large green spaces with large pervious surfaces and storm water facilities (see Strom et al., 2013) are required to deal with storm water runoff in a sustainable way in cities.

Tree cover of urban green areas in general is composed of a mix of native and exotic species. Consequently, with the contribution of exotic species, urban green areas often have higher tree diversity than the surrounding native landscapes. This raises a question mark about the use of native versus exotic species in providing ES in cities. Although there are some studies that indicated the benefits of non-native species in terms of generating ES such as Railey et al. (2018), it seems that native species perform much better for providing ES including urban biodiversity and carbon accumulation (Helden et al., 2012; Schwendenmann and Neil, 2014). The Eugene Pioneer Cemetery is distinguished by its size and old-growth trees and protected area status. More importantly, a majority of the trees in the cemetery are native to Oregon and North America. For instance, none of the 16 tree species in the cemetery are identified as invasive on the state invasive species list (Oregon Invasive Species Council, 2014). Thus, this study recommends large green areas (large pervious surfaces) and trees with large crowns as a better solution for regulating ES.

As a conclusion, it could be stated that large green spaces that contain large unsealed surfaces and a dense tree-cover composed of mostly big trees are highly recommended in terms of maximizing ES although there is no single urban green space type working equally in favor of all ES (Derkzen et al., 2015; Mexia et al., 2018).

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to extend our gratitude to TÜBİTAK's International Post-Doctoral Research Programme (2219) for its financial support that made this study possible in Eugene (OR), USA. We also would like to thank Mr. Phil Rousculp for his support to improve this manuscript.

## REFERENCES

- Abdollahi, K.K., Z.H. Ning & A. Appeaning, 2000. Global climate change and the urban forest. GCRCC and Franklin Baton Rouge, LA, Press. 77 pp.
- Chiesura, A., 2004. The role of urban parks for the sustainable city. *Landsc. Urban Plan.*, 68(1): 129-138. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003> .
- Coskun Hepcan, C. & S. Hepcan, 2017. Ege Üniversitesi Lojmanlar yerleşkesinin hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem servislerinin hesaplanması. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 54 (1):113-120.
- Coskun Hepcan, C. & S. Hepcan, 2018. Assessing regulating ecosystem services provided by the Ege University Rectorship Garden. *Urban For. Urban Green.*, 34: 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.05.011> .
- Derkzen, M.L., A.J.A. Van Teeffelen & P.H. Verburg, 2015. Quantifying urban ecosystem services based on high resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands, *J. Appl. Ecol.*, 52: 1020-1032. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12469> .
- EPC, 2018. Eugene Pioneer Cemetery. (Web page: <http://www.eugenepioneer cemetery.org/about/directions>) (Date accessed: July 2018).
- European Commission, 2011. The EU Biodiversity Strategy to 2020. Luxembourg. (Web page: <http://dx.doi.org/%2010.2779/39229>) (Date accessed: July 2018)
- Forman, R.T.T., 2014. *Urban Ecology Science of Cities*. University Press, Cambridge, pp. 462
- Helden, A.J., G.C. Stamp & S.R. Leather, 2012. Urban biodiversity: comparison of insect assemblages on native and non-native trees. *Urban Ecosyst.*, 15: 611-624. <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0231-x> .
- Hirabayashi, S., 2012. I-Tree Eco precipitation interception model descriptions. (Web page: [http://www.itreetools.org/eco/resources/iTree\\_Eco\\_Precipitation\\_interception\\_Model\\_Descriptions\\_V1\\_2.pdf](http://www.itreetools.org/eco/resources/iTree_Eco_Precipitation_interception_Model_Descriptions_V1_2.pdf)) (Date accessed: April 2015).

- Hubacek, K. & J. Kronenberg, 2013. Synthesizing different perspectives on the value of urban ecosystem services. *Landsc. Urban Plan.*, 109 (1):1-6. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.10.010> .
- Mexia, T., J. Vieira, A. Príncipe, A. Anjos, P. Silva, N. Lopes, C. Freitas, M. Santos-Reis, O. Correia, C. Branquinho & O. Pinho, 2018. Ecosystem services: Urban parks under a magnifying glass. *Environ. Res.*, 160 (2018) 469-478. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.023> .
- Nowak, D.J., D.E. Crane & J.C. Stevens, 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban for Urban Green* 4:115-123. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007> .
- Nowak, D.J., J.C. Stevens, S.M. Sisinni & C.J. Luley, 2002. Effects of urban tree management and species selection on atmospheric carbon dioxide. *Journal of Arboriculture*. 28 (3): 113-122.
- Nowak, D.J., R. Hoehn & D.E. Crane, 2007. Oxygen Production by Urban Trees in the United States. *Arboric. Urban For.* 33 (3): 220-226.
- Nowak, D.J., S. Hirabayashi, A. Bodine & E. Greenfield, 2014. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environ Pollut.*, 193: 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028> .
- Oregon Invasive Species Council, 2014. 100 Worst List OR: Oregon Invasive Species Council. ([http://www.oregoninvasivespeciescouncil.org/media/100\\_worst.pdf](http://www.oregoninvasivespeciescouncil.org/media/100_worst.pdf)) (Date accessed: July 2018)
- Parsa, V.A., E. Salehi & A. Yavari, 2020. Improving the provision of ecosystem services from urban forest by integrating the species' potential environmental functions in tree selecting process. *Landscape Ecol Eng.*, 16:23-37. <https://doi.org/10.1007/s11355-019-00401-x> .
- Railey, C.B., A.H. Daniel & M.M. Gardiner, 2018. Exotic trees contribute to urban forest diversity and ecosystem services in inner-city Cleveland, OH. *Urban Urban For. Urban Green.*, 29: 367-376. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2017.01.012> .
- Rivers to Ridges Partnership, 2015. The Rivers to Ridges (R2R) Annual Report 2015. ((Web page: <https://rivers2ridges.org/wp-content/uploads/2016/03/2015-R2R-Annual-Report-FINAL.pdf>) (Date accessed: April 2021)
- Schwendenmann, L. & N.D. Mitchell, 2014. Carbon accumulation by native trees and soils in an urban park, Auckland. *N.Z.J.Ecol.*, 38(2): 213- 220.
- Selmia, W., C. Weber, E. Rivière, N. Blonda, L. Mehdia & D. Nowa, 2016. Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France. *Urban for Urban Green.*, 17:192-201. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.04.010> .
- Strom ,S., K. Nathan & J. Woland, 2013. *Site Engineering for Landscape Architects*. Sixth Edition. Published by John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. 341 pp.
- USDAFS, 2008. United States Department of Agriculture and Forest Service. I-Tree User's Manual. (Web page: [www.itreetools.org/resources/manuals/i-Tree%20Eco%20Users%20Manual.pdf](http://www.itreetools.org/resources/manuals/i-Tree%20Eco%20Users%20Manual.pdf) ) (Date accessed: April 2014)
- Zhou, X. & Y. Wang, 2011. Spatial-temporal dynamics of urban green spaces in response to rapid urbanization and greening policies. *Landsc. Urban Plan.*, 100: 268-277. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.12.013> .



**Araştırma Makalesi**  
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):523- 531  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.836585>

Meltem EVİRGEN<sup>1</sup>

Deniz İŞTİPLİLER<sup>1</sup>

Muzaffer TOSUN<sup>1</sup>

Hülya YILMAZ TEMEL<sup>2</sup>

Ferit TURANLI<sup>3</sup>

Fatma AYKUT TONK<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 35100, İzmir/Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 35100, İzmir/Türkiye

<sup>3</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 35100, İzmir/Türkiye

\*İletişim (correspondence) e-posta:

[fatma.aykut@ege.edu.tr](mailto:fatma.aykut@ege.edu.tr)

**Anahtar kelimeler:** buğday, Rus buğday afidi, *Diuraphis noxia*, SSR, ayrıntılı haritalama

**Keywords:** wheat, Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*, SSR, fine mapping

## Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Rus buğday afidine dayanıklılık geninin ayrıntılı genetik haritalaması\*

### Fine Mapping of Russian Wheat Aphid Resistance Gene in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.)

\* Bu makale birinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasının sonuçlarından düzenlenmiştir.

**Alınış (Received):** 07.12.2020

**Kabul Tarihi (Accepted):** 31.03.2021

#### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı Rus buğday afidine dayanıklılık sağlayan *Dn100695* geninin bulunduğu 7D kromozomunu SSR markörleriyle ayrıntılı bir şekilde taramak ve dayanıklılık genini çevreleyen yeni SSR markörlerini belirlemektir.

**Materyal ve Yöntem:** Basribey x IG 100695 melezinin 190 bireyinden oluşan F<sub>2</sub> populasyonu haritalama amacıyla kullanılmıştır. Haritalama populasyonu daha önceki markörlere ilave olarak 7D kromozomunda bulunan 20 yeni SSR markörleri ile taranmıştır. Zararının popülasyondaki kloroz, kıvrılma ve afit yoğunluğu özellikleri fenotipik veriler olarak ele alınmıştır.

**Araştırma Bulguları ve Sonuç:** Çalışma sonucunda 85 polimorfik markör içerisinde 46'sı toplamda 1226.9 cM'lık bir genom bölgesini haritalandırmış ve 14 farklı bağlantı grubu oluşturmuştur. 7D kromozomu üzerinde dayanıklılık genini çevreleyen özgün bir SSR markörü (GWM121) belirlenmiş ve *Dn100695* genini her iki yönden çevreleyen markörler haritalanmıştır. Ayrıca markör regresyon analizi sonucunda Rus buğday afidi dayanıklılığına katkı sağlama potansiyeli bulunan SSR markörleri de saptanmıştır.

#### ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to screen the chromosome 7D with SSR markers and to identify unique markers surrounding the Russian wheat aphid resistance gene *Dn100695*.

**Material and methods:** The F<sub>2</sub> population consisting of 190 individuals of the Basribey x IG 100695 cross was used for mapping. The mapping population was screened with 20 SSR markers located on the 7D chromosome in addition to the previous markers. Chlorosis, rolling and aphid density characteristics of the pest in the population were considered as phenotypic data.

**Results and conclusion:** As a result of the study, 46 of the 85 polymorphic markers mapped a genome region of 1226.9 cM in total and formed 14 different linkage groups. A unique SSR marker (GWM121) flanking the resistance gene was identified on the 7D chromosome, and markers flanking the *Dn100695* gene from both directions were mapped. Additionally, as a result of the marker regression analysis, SSR markers that have the potential to contribute to Russian wheat aphid resistance were determined.

## GİRİŞ

Buğday (*Triticum aestivum* L.), içerdiği vitaminler, mineraller, karbonhidratlar, lif ve diğer besin öğelerini nedeniyle tüm dünyada ve ülkemizde önemli bir yere sahiptir (Tonk ve ark., 2017). Buğday üretiminde çok sayıda hastalık ve zararlı önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Buğday zararlılarından olan afitler buğday üretim alanlarında oluşturdukları verim kayıplarından dolayı önemli bir yere sahiptir. Buğday afitleri arasında yer alan Rus buğday afidi [*Diuraphis noxia* Kurdj. (Hemiptera; Aphididae)]'nin, Rusya'nın güney kesiminde ortaya çıktığı ve daha sonra Avustralya dışındaki diğer ülkelere yayıldığı bildirilmektedir (Webster et al., 1987; Miller et al., 2001). Rus buğday afidi dünyadaki buğday üretim alanlarında olduğu gibi ülkemizde de zaman zaman epidemiy yaparak önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca zararının ülkemizde bazı bölgelerde yılda 22-25 döl vermesi zararlı ile mücadeleyi daha da önemli kılmaktadır (Turanlı ve ark., 2014).

Rus buğday afidi floem özsuğu ile beslenmektedir (Fouche et al., 1984). Bitkide görülen tipik zararları yaprak kenarlarının ve başakların kıvrılması, yaprakta boyuna çizgilerin oluşması ve bitki ölümüdür (Quick et al., 1991). Bu semptomlarla bağlantılı olarak bitki boyunda, sürgün ağırlığında ve tane veriminde azalmalara neden olabilmektedir (Girma et al., 1993). Yapraklardaki kıvrılmalar nedeniyle kimyasal mücadele imkânsızlaşmaktadır. Zararının buğday veriminde neden olduğu kayba ek olarak mücadelesinde kullanılan insektisit maliyeti de göz önüne alınmaktadır. Bu nedenlerden dolayı zararlı ile mücadelede en etkili ve en çevreci seçenek olan dayanıklı çeşit kullanımı yapılan çalışmaların ana konusunu oluşturmaktadır.

*D. noxia*'ya dayanıklılık genleri *Dn* (*Dn1*, *Dn2*, *Dn3*, *Dn4*, *Dn5*, *Dn6*, *Dn7*, *Dn8*, *Dn9* ve *Dnx* gibi) kodlarıyla isimlendirilmektedir. Yapılan çalışmalarla bu genleri taşıyan dayanıklı çeşitlerin farklı *D. noxia* biyotiplerince zarara uğratıldıkları ve önemli kayıpların olduğu ortaya konulmuştur (Haley et al., 2004; Malinga et al., 2007; Lapitan et al., 2007). Amerika Birleşik Devletlerinde Biyotip 2 olarak tanımlanan bir biyotipin daha önce dayanıklı olarak bilinen buğday çeşitlerinde önemli zararlara neden olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle yeni dayanıklılık genlerinin araştırılması çalışmaları süreklilik ve hız kazanmıştır (Turanlı ve ark., 2014).

Ülkemizde Rus buğday afidine karşı yeni dayanıklılık genlerinin ve dayanıklılık mekanizmasının belirlendiği ve ülkemizde bulunan buğday çeşitlerinde var olan dayanıklılık genlerinin araştırıldığı kapsamlı bir çalışma tamamlanmıştır (Turanlı ve ark., 2014). Ayrıca bu çalışmada dayanıklılık sağlayan genin 7D kromozomunun kısa kolu üzerinde yer aldığı saptanmış ve buna ek bir çalışmayla da bu gen bölgesindeki SSR markörleri (GWM44, CFD14, CFD46, BARC126) belirlenmiştir (Tonk et al., 2016).

Bu çalışmanın amacı ise önceki araştırmaların sonucunda belirlenen Rus buğday afidine dayanıklılık geninin bulunduğu 7D kromozomunu, söz konusu çalışmalarda kullanılmayan çok sayıda SSR markörüyle daha ayrıntılı bir şekilde taramak ve dayanıklılık gen bölgesinde markör olarak kullanılabilecek yeni SSR markörlerini belirlemektir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın haritalama materyalini anne ebeveyn olarak kullanılan duyarlı Basribey çeşidi ile baba ebeveyn olarak seçilen ve dayanıklı olarak saptanan ICARDA kökenli IG 100695 hattı (FL302//BUC/PVN/3//RSK/CA8055//CHAM6) arasında yapılan melezlemenin 190 bireyden oluşan  $F_2$  generasyonu oluşturmuştur.

Populasyonun Rus buğday afidi ile dayanıklılık testlemesi sera koşullarında bitkiler fide döneminde iken Haley et al. (2004)'ün belirttiği ayırtılma setiyle birlikte  $F_{2:3}$  ailelerinde gerçekleştirilmiştir. Dayanıklılık testlerinde en virüent olduğu belirlenen İzmir populasyonu (Türkiye RWA2) kullanılmıştır. Her bir  $F_2$  tek bitkisinden elde edilen 10-13 arasındaki  $F_3$  bitkisi tek sıralar halinde yetiştirilmiş ve bitkiler 2-4 yapraklı dönemde iken her bir bitkiye 5 adet afit verilmiştir. Bulaştırmadan 28 gün sonra bitkilerde kloroz,



kıvrılma ve afit yoğunluğu özellikleri ölçümlenmiştir. Kloroz skala değeri 1-6, kıvrılma skala değeri 1-3 ve afit yoğunluğu skala değeri 0-3 arasında değişmiştir (Ennahli et al., 2009).

Ebeveynlerle birlikte  $F_2$  generasyonunu oluşturan 190 adet bitki 15-20 cm boyuna geldiklerinde DNA ekstraksiyonu için yaprak örnekleri alınmış ve Doyle and Doyle (1987)'nin yöntemine göre mini DNA ekstraksiyon metodu kullanılarak DNA'ları elde edilmiştir. PZR (polimeraz zincir reaksiyonu) bileşenleri Tonk et al. (2016)'nin uyguladığı yöntemle göre toplamda 10 µl hacimde olacak şekilde 50 ng/µl genomik DNA, 2 mM  $MgCl_2$ , 0.5 mM deoxyribonucleotide triphosphates (dNTPs), 1x PCR buffer, 0.5 U Taq DNA polimeraz ve 0.5 µM F ve R primerden oluşmuştur (Çakir et al. 2009). PZR'nda Turanlı ve ark. (2014) ve Tonk et al. (2016) tarafından haritalanmış SSR markörlerine ek olarak ayrıntılı haritalamada 7D kromozomunda bulunan toplam 20 adet SSR primeri kullanılmıştır (Çizelge 1). Primerlerin baz dizilişleri GrainGenes (2017) sayfasından elde edilmiştir. PZR, Bio-RadT100 Thermal Cycler cihazında ve Tonk et al. (2016)'nin protokolüne göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PZR ürünleri %8'lik poliakrilamid jelde, Protean II xi cell (Bio-rad) dikey elektroforez sisteminde sabit 90 V'da yaklaşık olarak 16 saat yürütülmüştür. Standart markör olarak 50 bp'lik DNA ladder (NEB) kullanılmıştır. Jeller ethidium bromide ile boyanmış ve UV transilluminator (BIO-VISION 1000) ile UV ışık altında görüntülenmiştir.

**Çizelge 1.** Araştırmada kullanılan SSR markörleri

**Table 1.** SSR markers used in the study

No	Markör	Forward	Reverse
1	CFD21	CCTCCATGTAGCGGAAATA	TGTGTCCCATCTACTAACC
2	<b>WMC702*</b>	GAATCATATCGAATGGATCTCA	GAGGCCTTTTCGATATTCTGC
3	GWM473	TCATACGGGTATGGTTGGAC	CACCCCTTGTGGTCCAC
4	<b>BARC128*</b>	GCGGGTAGCATTATGTTGA	CAAACCAGCAAGAGTCTGA
5	WMC653	AGTGTTTTAGGGGTGGAAGGGA	CGGAACCCTAAACCCTAGTCG
6	WMC182	GTATCTCAGGACATAACACAA	GAAAGTGTATGGATCATTAGGC
7	CFD2.1	GGTTGCAGTTTCCACCTTGT	CATCTATTGCCAAAATCGCA
8	WMC489	CGAAGGATTTGTGATGTGAGTA	GGACAACATCATAGAGAAGGAA
9	WMC630	ATAATGCACGGTAGGACTGAGG	CATACTGAGACAATTTGGGGGT
10	<b>WMC473*</b>	TCTGTTGCGCGAAACAGAATAG	CCCATTGGACAACACTTTCCACC
11	<b>CFD193*</b>	GCTGCCGCTACTGTCTGTC	GGCACACTCACACACCACAC
12	<b>WMC488*</b>	AAAGCACAAACCAGTTATGCCAC	GAACCATAGTCACATATCACGAGG
13	BARC172	GCGAAATGTGATGGGGTTTATCTA	GCGATTTGATTTAACTTTAGCAGTGAG
14	<b>GWM121*</b>	TCCTCTACAAACAAACACAC	CTCGCAACTAGAGGTGTATG
15	<b>WMC150*</b>	CATTGATTGAACAGTTGAAGAA	CTCAAAGCAACAGAAAAGTAAA
16	BARC121	ACTGATCAGCAATGTCAACTGAA	CCGGTGTCTTTCCTAACGCTATG
17	<b>WMC797*</b>	CGAAACCCTAGATGAAGC	ACACAACCACAGGTGAGTTGTTCT
18	<b>GWM111*</b>	TCTGTAGGCTCTCTCCGACTG	ACCTGATCAGATCCCCTCG
19	<b>BARC214*</b>	CGCTTTCGGGACAGTGAAGGTGTAT	CGGTACGCGGAGGAGGAAGAAGG
20	<b>CFD68*</b>	TTTGCAGCATCACACGTTTT	AAAATTGTATCCCCCGTGGT

\* Ebeveynlerde polimorfik olarak saptanan markörler

İncelenen tüm SSR primerleri kodominant yapı göstermiş ve bu nedenle  $F_2$  bireyi ana bandına sahipse A (ana), baba bandına sahipse B (baba), her iki bandı da barındırıyorsa H (heterozigot) skorunu almıştır. Önceki çalışmalarda kullanılan primerlerle birlikte elde edilen veri matrixi JOINMAP version 4.0 programında (Van Ooijen, 2006) analiz edilmiş, primerlerin linkage grupları oluşturulmuştur. Haritaların oluşturulması ve incelenen fenotipik özelliklerle markörler arasındaki bağlantının ortaya konması için linkage haritaları ve QTL analizleri MAP QTL 6.0 (Van Ooijen, 2009) programında yapılmıştır. QTL analizlerinde Markör Regresyon Analizi ve Interval mapping metodları kullanılmıştır. Rekombinasyon frekansları Kosambi (Kosambi, 1944) haritalama fonksiyonuna dönüştürülmüş ve önemli QTL'lerin incelenen özelliklere bağlı olduğu belirtilmiştir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Moleküler haritalama çalışmaları sonucunda oluşturulan bağlantı grupları, her gruptaki markör sayısı ve grupların genetik uzunlukları (cM) Çizelge 2’de gösterilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde çalışmada kullanılan 85 polimorfik markör içerisinde 46’sı toplamda 1226.9 cM’lık bir genom bölgesini haritalandırmış ve 14 farklı bağlantı grubu oluşturmuştur. Ayrıca lokuslar arası ortalama uzaklık ise 26.67 cM olarak hesaplanmıştır. Ekmeklik buğdayda yapılmış genetik haritalama çalışmaları incelendiğinde Somers et al. (2004) tarafından toplamda 1235 SSR markörü kullanılarak 2569 cM’lık bir bölge haritalandırmış ve iki lokus arası ortalama uzaklık 2.2 cM bulunmuştur. Bir diğer çalışmada A ve B genomu üzerinde toplam 1898 lokus haritalandırılmış, toplam harita uzunluğu ve marköler arası ortalama mesafe ise sırasıyla 3058.6 ve 1.6 cM olarak saptanmıştır (Marone et al., 2012). Bu sonuçlardan kullanılan polimorfik markör sayısının, haritalandırılan bölgenin uzunluğu ve haritanın çözünürlüğü ile ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmada belirlenen birinci bağlantı grubu (BG1) 365.9 cM’lık uzunluğu ile en uzun bağlantı grubu olup haritalandırılan markörlerin %15’i (7 adet) bu grup içerisinde yer almaktadır. Toplam markör sayısının %10.7’sini (5 adet) içerisinde bulunduran BG9 187.2 cM’lık genetik uzunluğu ile BG1’i takip etmektedir. En az markör sayısına sahip (2 adet) BG4, BG6, BG8, BG13 ve BG14 gruplarının genetik uzunlukları sırası ile 29.9, 11.3, 31.5, 12.5 ve 22.5 cM’dır. Haritalandırılan tüm genom bölgesinde iki markör arası ortalama uzaklık 26.67 cM olarak hesaplanırken, en fazla marköre sahip olan BG1 için iki markör arası ortalama uzaklık 52.27 cM olarak bulunmuştur. Bu çalışmada kullanılan markörler ile oluşturulmuş olan bağlantı grupları (Şekil 1) Somers et al. (2004) tarafından oluşturulmuş genetik haritalama ile uyumluluk göstermiştir.

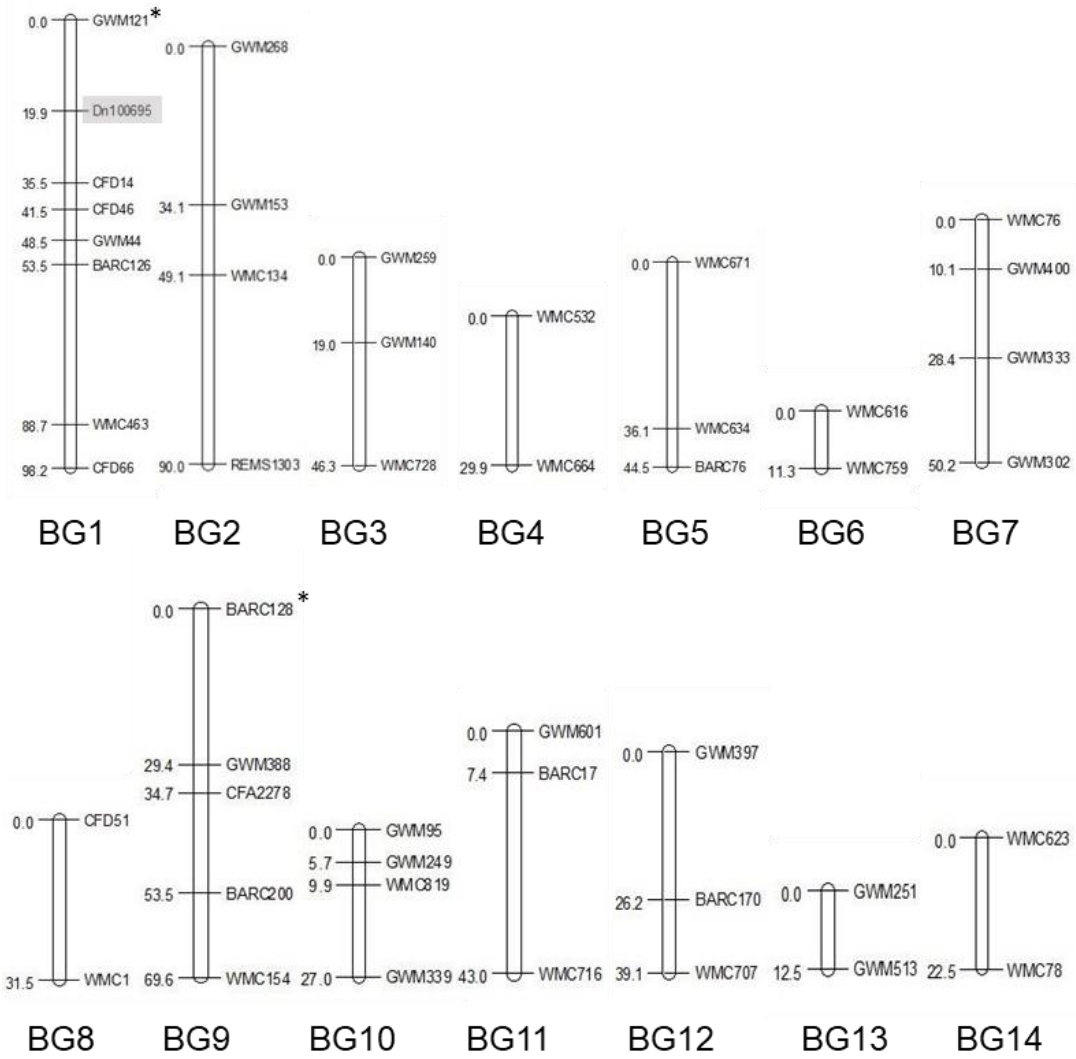
**Çizelge 2.**  $F_2$  Populasyonunda incelenen polimorfik SSR markörlerinin bağlantı gruplarına göre dağılımları

**Table 2.** Distribution of polymorphic SSR markers used in  $F_2$  population on different linkage groups

Bağlantı Grubu (LG)	Uzunluk (cM)	Markör Sayısı	İki Markör Arası Ortalama Uzaklık (cM)
BG1	365.9	7 (%15.22)	52.27
BG2	173.2	4 (%8.7)	43.3
BG3	65.3	3 (%6.4)	21.77
BG4	29.9	2 (%4.2)	14.95
BG5	80.6	3 (%6.4)	28.87
BG6	11.3	2 (%4.2)	5.65
BG7	88.7	4 (%8.7)	22.18
BG8	31.5	2 (%4.2)	15.75
BG9	187.2	5 (%10.7)	37.44
BG10	42.6	4 (%8.7)	10.65
BG11	50.4	3 (%6.4)	16.8
BG12	65.3	3 (%6.4)	21.77
BG13	12.5	2 (%4.2)	6.25
BG14	22.5	2 (%4.2)	11.25
<b>Toplam</b>	<b>1226.9</b>	<b>46</b>	<b>26.67</b>

Rus buğday afidine hassas olan Basribey çeşidi ile dayanıklılık geni taşıyan IG 100695 no’lu hattın melezinin  $F_2$  generasyonunda Turanlı ve ark. (2014) tarafından haritalandırılmış olan SSR markörleri ve bu markörlere ek olarak bu çalışmada haritalandırılan markörlerin yer aldığı bağlantı grupları Şekil 1’de verilmiştir. Ayrıntılı haritalama için kullanılan 11 polimorfik SSR marköründen 2 tanesi (GWM121 ve BARC128) Turanlı ve ark. (2014) tarafından oluşturulmuş olan bağlantı haritasına eklenmiştir (Şekil 1.). Eklenen markörlerden BARC128 BG9’a dahil olurken, GWM121 BG1 içerisinde ve Tonk et al. (2016) tarafından belirlenen RWA dayanıklılık geni *Dn100695*’i çevreleyen bir bölgede haritalandırılmıştır (Şekil 1.). Liu et al. (2009) QTL çalışmalarında bir geni çevreleyen komşu markörlerin belirlenmesinin bitki ıslahı programlarında markör destekli seleksiyonun kullanım etkinliğini arttırdığını bildirmişlerdir. Bunun yanında

bir QTL'i çevreleyen markörlerin, gene 1 cM'dan daha kısa bir genetik uzaklıkta bulunması durumunda MAS'ın etkin olarak kullanılabileceğini bildirmiştir (Landjeva et al., 2007; Tolmay et al., 2020). Bu çalışmada *Dn100695* genine komşu markörler GWM121 ve CFD14, dayanıklılık genine sırasıyla 19.9 ve 15.6 cM uzaklıktadır (Şekil 1). Çalışmada elde edilen en yüksek markör sayısına (7 adet) sahip olan ve *Dn100695* RWA dayanıklılık genini içeren BG1 grubundaki markörler ekmeklik buğdayda 7D kromozomu üzerinde bulunmaktadır (Somers vd., 2004). Dayanıklılık ile ilişkili genler genellikle belirli kromozom bölgeleri üzerinde yoğunlaşmaktadır (Keller et al., 2000). Buğdayda 7. kromozom üzerinde bir RWA dayanıklılık geni (*Dn*) kümesinin bulunduğu ve içerisinde *Dn1*, *Dn2*, *Dn5*, *Dn6*, *Dnx* ve 4 tane daha karakterize edilmemiş dayanıklılık geni bulunduğu bildirilmiştir (Liu et al., 2005; Tonk et al., 2016). Bugüne kadar 7D kromozomu üzerinde RWA dayanıklılığıyla ilişkili olarak GWM111 (Liu et al., 2005; Valdez et al., 2012), GWM437, GWM44 (Miller et al., 2001; Liu et al., 2002) ve GWM635 (Liu et al., 2001) markörleri belirlenmiştir. Bu çalışmada belirlenen dayanıklılık geni ve dayanıklılık ile ilişkili markörlerin çoğunluğunun 7 nolu kromozom üzerinde bulunması (Şekil 1, Çizelge 3) önceki çalışmalar ile paralellik göstermektedir.



Şekil 1. 46 SSR markörü ile oluşturulan bağlantı grupları. \*: Ayrıntılı haritalama sonucunda belirlenen markörler.

Figure 1. The linkage groups consisting of 46 SSR markers. \*: The markers obtained from fine mapping

Çalışmada kullanılan ve ebeveynler (Basribey ve IG 100695) arasında polimorfik olarak saptanmış olan 85 markörün fenotipik veriler ile ilişkilerinin belirlenmesi için markör regresyon analizi yapılmış ve afid uygulaması altında ölçümlenmiş 3 farklı karaktere (kloroz, kıvrılma, afid yoğunluğu) ait sonuçlar Çizelge 3’de gösterilmiştir. Ölçümlenen 3 farklı özellik için toplam 19 fenotip - markör ilişkisi tespit edilmiş ve markörlerin LOD skorları 1.81 ile 19.81 arasında değişkenlik göstermiştir. LOD değeri QTL analizi sırasında bağlantı haritası üzerindeki birçok pozisyonda hesaplanan test istatistiği olarak tanımlanmaktadır (Van Ooijen, 1999). Farklı çalışmalarda, bir özellik için belirlenen markörün önemliliğinin test edilmesi için farklı LOD eşikleri önerilmiştir. Van Ooijen (1999)  $F_2$  populasyonlarında belirlenen bir markörün en az 2.7 LOD değerine sahip olması gerektiğini önerirken, Kumar et al. (2006) bu eşiğin 3 olması gerektiğini bildirmiştir. Bu çalışmada karakterler ile ilişkili bulunan markörlerden 8 tanesinin LOD değeri 2.7’nin üzerindeyken, geri kalan 11 markör 2.7’nin altında LOD değerine sahip olmuştur.

**Çizelge 3.** İncelenen özelliklerin markör regresyon analizi sonuçları

**Table 3.** Marker regression analysis results of investigated traits

	Markör	Bağlantı Grubu (BG)	$R^2$	LOD
Kloroz	CFD14	BG1	7	2.99
	CFD46	BG1	5.3	2.26
	WMC463	BG1	4.5	1.89
	WMC702	Bağımsız	4.4	1.88
	BARC126	BG1	4.4	1.84
	WMC112	BG8	4.4	1.84
	WMC150	Bağımsız	4.3	1.81
Kıvrılma	CFD14	BG1	38.1	19.81
	CFD46	BG1	35.9	18.36
	GWM44	BG1	29.3	14.31
	BARC126	BG1	21	9.74
	WMC702	Bağımsız	16.7	7.54
	GWM121	BG1	7.1	3.06
	GWM388	BG9	5.9	2.53
	WMC463	BG1	5.3	2.26
	BARC214	Bağımsız	4.6	1.93
Afid Yoğunluğu	WMC407	Bağımsız	6.4	2.72
	CFD49	Bağımsız	5.4	2.28
	WMC463	BG1	4.6	1.96

Çalışmada kullanılan markörlerden 7 tanesi kloroz ile ilişkili bulunmuştur (Çizelge 3.). BG1 grubunda bulunan CFD14 markörünün analize alınan markörler içerisinde kloroz ile en yüksek ilişkili markör olduğu belirlenmiş olup bu markör için  $R^2$  değeri 7 ve LOD skoru 2.99 olarak tespit edilmiştir. Yine BG1’de bulunan CFD46 ( $R^2 = 5.3$ , LOD = 2.26) ve WMC463 ( $R^2 = 4.5$ , LOD = 1.89) markörleri ise CFD14’ün ardından kloroz ile ilişkili olarak bulunan diğer markörler olmuşlardır. Herhangi bir bağlantı

grubunda yer almayan WMC150 markörü ise kloroz ile en az ilişkili markör olarak tespit edilmiş olup bu marköre ait  $R^2$  ve LOD değerleri sırasıyla 4.3 ve 1.81 olarak bulunmuştur (Çizelge 3.). Joukhadar et al. (2013) buğdayın 7D kromozomu üzerindeki wPt-3018 (7DL), wPt-3291 (7DL) ve wPt-665471 (7DS) markörlerinin kloroz karakteri ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada kloroz karakteri ile ilişkili olarak saptanan 7 markörden 4'ü BG1 yani 7D kromozomu üzerinde tespit edilmiştir ve sonuçlar Joukhadar et al. (2013) ile paralellik göstermektedir.

Kıvrılma karakterine ait markör regresyon analizi sonuçlarına göre bu karakter ile ilişkili toplam 9 farklı SSR markörü tespit edilmiş ve BG1 grubunda yer alan CFD14 ( $R^2 = 38.1$ , LOD = 19.81) bu karakter ile en yüksek ilişkili SSR markörü olarak tespit edilmiştir. Yine BG1 içerisindeki CFD46 ( $R^2 = 35.9$ , LOD = 18.36) ve GWM44 ( $R^2 = 29.3$ , LOD = 14.31) markörleri CFD14'ün ardından bitkide afid etkisiyle meydana gelen kıvrılma ile ilişkili olarak tespit edilen diğer markörler olmuşlardır. Bu çalışmada belirlenen GWM44 markörü farklı araştırmalar sonucunda da RWA'ya dayanıklılık ile ilişkili olarak saptanmıştır (Liu et al., 2002; Liu et al., 2005; Castro et al., 2005; Heyns et al., 2006). Kıvrılma karakteri üzerine etkisi en düşük olan markör hiçbir bağlantı grubunda yer almayan BARC124 ( $R^2 = 4.6$ , LOD = 1.93)'dür (Çizelge 3.). Rus buğday afidine dayanıklılık ile ilişkili markörleri bulmayı amaçlayan bir başka araştırmada 7DS kromozomu üzerindeki wPt-733729 markörünün yaprak kıvrılması ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Joukhadar et al., 2013).

RWA epidemisi sırasındaki afid yoğunluğunun bitki genotiplerine, mevsimlere ve epideminin şiddetine göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Cockrell et al., 2020). Afid yoğunluğu için markör regresyon analiz sonuçları incelendiğinde çalışmada analiz edilen markörlerden yalnızca 3 tanesi bu karakter ile ilişkili bulunmuş olup hiçbir bağlantı grubu içerisinde yer almayan WMC407 ( $R^2 = 6.4$ , LOD = 2.72) bu karakter üzerine etkisi en yüksek markör olarak tespit edilmiştir. Yine bağımsız CFD49 markörü ise  $R^2 = 5.4$  ve LOD = 2.28 değerleri ile WMC407'nin ardından afid yoğunluğunu etkileyen diğer SSR markörü olarak tespit edilmiştir. BG1 içerisinde yer alan WMC463 ( $R^2 = 4.6$ , LOD = 1.96) markörü ise bu karakterle en az ilişkili SSR markörü olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

## SONUÇ

Bu araştırmada Basribey x IG 100695 melez populasyonunda Tonk et al. (2016) tarafından haritalandırılmış olan *Dn 100695* Rus buğday afidine dayanıklılık geninin bulunduğu buğday 7D kromozomunun ayrıntılı genetik haritalaması yapılmış ve söz konusu dayanıklılık genini çevreleyen özgün bir SSR markörü (GWM121) belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *Dn 100695* genini her iki yönden çevreleyen markörler haritalanmıştır. Belirlenen bu markörlerin gene olan uzaklıkları dikkate alındığında ilerideki çalışmalarda bu gene daha yakın markörlerin araştırılması önerilebilir. Ayrıca markör regresyon analizi sonucunda Rus buğday afidi dayanıklılığına katkı sağlama potansiyeli bulunan SSR markörleri de bu çalışma sonucunda araştırmacıların bilgisine sunulmuştur.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK (Proje NO:117 O 049) ve Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (Proje NO: 2015-ZRF-050) tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Castro, A.M., A. Vasicek, M. Manifiesto, D.O. Giménez, M.S. Tacaliti, O. Dobrovolskaya, M.S. Röder, J.W. Snape and A. Börner. 2005. Mapping antixenosis genes on chromosome 6A of wheat to greenbug and to a new biotype of Russian wheat aphid. *Plant Breeding*, 124(3):229-233.
- Cockrell, D.M., T.L. Randolph, C.B. Walker, R. Sitz, S.D. Haley and F.B. Peairs. 2020. Damage and yield response of wheat lines with *Dn4* and *Dn7* genes resistant to Russian wheat aphid biotype RWA2. *Southwestern Entomologist*, 45(2):369-380.

- Çakir, M., J. Vitou, D. Kollehn, W. Lawson, H. Ilbi, S. Haley, F. Peairs, D. Mornhinweg, M. Bohssini, F. Ogbonnaya, J. Lage, V. Tolmay, J. Malinga, O. Edwards, M. Christopher, A.M. Castro, J. Franckowiak, H. Kuchel, B. Jacobs, I. Barclay, and J. Sheppard. 2009. "A Global Effort in Breeding for Resistance to Russian Wheat Aphid in Wheat and Barley", Proc. of 19th, International Triticeae Mapping Initiative–3rd COST Tritigen, Clermont-Ferrand-France, p. 38.
- Doyle, J.J., J.L. Doyle. 1987. A Rapid DNA Isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19:11-15.
- Ennahli, S., M. El Bouhssini, S. Grando, R. Anathakrishnan, T. Niide, L. Starkus, S. Starkey and C.M. Smith. 2009. Comparison of categories of resistance in wheat and barley genotypes against biotype 2 of the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Kurdjumov). *Arthropod-Plant Interactions*, 3:45-53.
- Fouche, A., R.L. Verhoeven, P.H. Hewitt, M.C. Walters, C.F. Kriel and J. De Jager. 1984. Russian aphid (*Diuraphis noxia*) feeding damage on wheat, related cereals and a *Bromus* grass species. Progress in Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mordw.) research in the Republic of South Africa. M. C. Walters. Bloemfontein, Technical Communication Department of Agriculture Republic of South Africa, 191, 22-23.
- Girma, M., G.E. Wilde and T.L. Harvey. 1993. Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) affects yield and quality of wheat. *Journal of Economic Entomology*, 86:594-601.
- GrainGenes, 2017: GrainGenes 2.0: A Database for Triticeae and Avena. USDA-ARS, Washington, DC. Available at: <http://wheat.pw.usda.gov/cgi-bin/graingenes/browse.cgi?class=marker> Erişim Mayıs 2017.
- Haley, S.D., F.B. Pearis, C.B. Walker, J.B. Rudolph, T.L. Randolph. 2004. Occurrence of a New Russian Wheat Aphid Biotype in Colorado. *Crop Science*, 44:1589-92.
- Heyns, I., E. Groenewald, F. Marais, F. Du Toit and V. Tolmay. 2006. Chromosomal location of the Russian wheat aphid resistance gene, Dn5. *Crop Science*, 46(2):630-636.
- Joukhadar, R., M. El-Bouhssini, A. Jighly and F.C. Ogbonnaya. 2013. Genome-wide association mapping for five major pest resistances in wheat. *Molecular Breeding*, 32(4):943-960.
- Keller, B., C. Feuillet and M. Messmer. 2000. Genetics of disease resistance. In *Mechanisms of Resistance to Plant Diseases*. Springer, Dordrecht, pp 101-160.
- Kosambi, D.D. 1944. The estimation of map distances from recombination values. *Annals of Eugenics*, 12:172-5.
- Kumar, N., P.L. Kulwal, A. Gaur, A.K. Tyagi, J.P. Khurana, P. Khurana, H.S. Balyan and P.K. Gupta. 2006. QTL analysis for grain weight in common wheat. *Euphytica*, 151(2): 135-144.
- Landjeva, S., V. Korzun and A. Börner. 2007. Molecular markers: Actual and potential contributions to wheat genome characterization and breeding. *Euphytica*, 156(3):271-296.
- Lapitan, N.L.V., J.H. Peng and V. Sharma. 2007. A high-density map and PCR markers for Russian wheat aphid resistance gene Dn7 on chromosome 1RS/1BL. *Crop Science*, 47:811-820.
- Liu, S., M.D. Hall, C.A. Griffey and A.L. McKendry. 2009. Meta-Analysis of QTL associated with fusarium head blight resistance in wheat. *Crop Science*, 49(6):1955–1968.
- Liu, X.M., C.M. Smith and B.S. Gill. 2002. Identification of microsatellite markers linked to Russian wheat aphid resistance genes Dn4 and Dn6. *Theoretical and Applied Genetics*, 104(6-7):1042-1048.
- Liu, X.M., C.M. Smith, B.R. Friebe and B.S. Gill. 2005. Molecular mapping and allelic relationships of Russian wheat aphid-resistance genes. *Crop Science*, 45(6):2273-2280.
- Liu, X.M., C.M. Smith, B.S. Gill and V. Tolmay. 2001. Microsatellite markers linked to six Russian wheat aphid resistance genes in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 102(4):504-510.
- Malinga, J.N., M.G. Kinyua, A.W. Kamau, J.K. Wanjama, J.O. Awalla and R.S. Pathak. 2007. Biotypic and genetic variation within tropical populations of Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Kurdjumov) (Homoptera: Aphididae) in Kenya. *Journal of Entomology*, 4(5):350- 61.
- Marone, D., G. Laidò, A. Gadaleta, P. Colasuonno, D.B.M. Ficco, A. Giancaspro, S. Giove, G. Panio, M.A. Russo, P. De Vita, L. Cattivelli, R. Papa, A. Blanco, A.M. Mastrangelo. 2012. A high-density consensus map of A and B wheat genomes. *Theoretical and Applied Genetics*, 125(8):1619-1638.
- Miller, C.A., A. Altinkut and N.L.V. Lapitan. 2001. A microsatellite marker for tagging Dn2, a wheat gene conferring resistance to the Russian wheat aphid. *Crop Science*, 41(5):1584-1589.

- Quick, J. S., K.K. Nkongolo, W. Meyer, F.B. Peairs and B. Weaver. 1991. Russian wheat aphid reaction and agronomic and quality traits of a resistant wheat. *Crop Science*, 31:50-53.
- Somers, D.J., P. Isaac and K. Edwards. 2004. A high-density microsatellite consensus map for bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 109(6):1105-1114.
- Tolmay, V.L., S.L. Sydenham, T.N. Sikhakhane, B.N. Nhlapho and T.J. Tsilo. 2020. Elusive diagnostic markers for Russian wheat aphid resistance in bread wheat: Deliberating and reviewing the status quo. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(21):8271.
- Tonk, F.A., D. İştıpliler ve M. Tosun. 2017. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde özellikler arası ilişkiler ve path analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1):85-89.
- Tonk, F.A., D. İştıpliler, M. Tosun, F. Turanlı, H. İlbi and M. Çakir. 2016. Genetic mapping and inheritance of Russian wheat aphid resistance gene in accession IG 100695. *Plant Breeding*, 135(1):21–25.
- Turanlı, F., M. Tosun, E. İlker, A.H. Sekmen ve F.A. Tonk. 2014. Rus Buğday Afidi (*Diuraphis noxia* Homoptera:Aphididae)'ne Dayanıklı Buğday Çeşitlerimizin ve Dayanıklılık Mekanizmalarının Saptanması'. TÜBİTAK, Proje no: 110 0 636, Ankara.
- Valdez, V.A., P.F. Byrne, N.L.V. Lapitan, F.B. Peairs, A. Bernardo, G. Bai and S.D. Haley. 2012. Inheritance and genetic mapping of Russian wheat aphid resistance in Iranian wheat landrace accession PI 626580. *Crop Science*, 52(2):676-682.
- Van Ooijen, J.W. 1999. LOD significance thresholds for QTL analysis in experimental populations of diploid species. *Heredity*, 83(5):613-624.
- Van Ooijen, J.W. 2006. JoinMap 4, Software for the calculation of genetic linkage maps in experimental populations. Kyazma BV, Wageningen, the Netherlands.
- Van Ooijen, J.W. 2009. MapQTL 6, software for the mapping of quantitative trait loci in experimental populations of diploid species. Kyazma BW, Wageningen, the Netherlands.
- Webster, J.A., K.J. Starks and R.L. Burton. 1987. Plant resistance studies with *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae), a new United States wheat pest. *Journal of Economic Entomology*, 80:944-949.







## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):533-543  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.870534>

Sinan ALTUĞ<sup>1</sup>

Emine MALKOÇ TRUE<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\* İletişim (correspondence) e-posta: [eminemalkoc@hotmail.com](mailto:eminemalkoc@hotmail.com)

# Kentsel dönüşüm uygulamalarının başarısı ve kente katkıları: Karşıyaka Bostanlı Mahallesi Örneği (İzmir)\*

The success of urban transformation applications and their contribution to the city: the case of Karşıyaka Bostanlı neighbourhood (İzmir)

\* Bu makale ilk yazarın yüksekisans tezinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 29.01.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 10.04.2021

## ÖZ

**Amaç:** Araştırmanın amacı; kentsel dönüşüm uygulamalarının gerek fiziksel / mekânsal gerekse ekolojik yönden kente katkılarını ortaya koymak ve söz konusu sürecin teoride sözü edilen hedeflerine uygunluğunu sorgulamaktır.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırma kapsamında; 2016 - 2018 yılları arasında, İzmir ili Karşıyaka ilçesi Bostanlı Mahallesi'nde, kentsel dönüşüm uygulamasına tabi tutulmuş 37 adet yapı, uygulamanın "kent ekosistemine etkisi" ve "kentsel yoğunluğa etkisi" yönleriyle değerlendirilmiştir.

Veri toplama çalışmaları; 01 Eylül 2019 - 30 Kasım 2019 tarihleri arasında, çalışma için özgün olarak hazırlanmış gözlem formları aracılığıyla araştırma alanlarının yerinde incelenmesi / gözlenmesi yoluyla yürütülmüştür.

**Araştırma Bulguları ve Sonuç:** Yapı kullanma izin belgeleri bulunan yapılar arasından rastgele olarak seçilen yapıların hiçbirinde çatı bahçesi, güneş enerjisi ve yağmur suyu toplama sistemi bulunmadığı, 37 yapıdan 19'unda canlı donatı kullanılırken, sadece 1 yapının nitelik ve nicelik açısından yeterli olduğu görülmüştür. Yenilenen yapılarda birim sayısında artış olduğu buna karşılık yeterli otopark alanı yaratılmadığı belirlenmiştir.

## ABSTRACT

**Objective:** Purpose of the research; to reveal the physical / spatial and ecological contributions of urban transformation applications to the city and to question the appropriateness of the process mentioned in question with the objectives mentioned in the theory.

**Material and Methods:** In the scope of the research; between 2016 and 2018, 37 buildings subjected to urban transformation application in the Bostanlı Neighbourhood of the Karşıyaka District of İzmir province were evaluated in terms of "effect on urban ecosystem" and "effect on urban density". Data collection studies were carried out between September 01, 2019 - November 30, 2019 through on-site examination / observation of research areas through observation forms originally prepared for the study.

**Results and Conclusion:** No roof gardens, solar energy or rainwater collection systems were found in any of the buildings randomly selected among the buildings with occupancy permits. While planting material was used in 19 of 37 buildings, only 1 building was sufficient in terms of quality and quantity. It was determined that while the number of living units had been increased in the renovated buildings, not enough new parking spaces had been created.

**Anahtar Sözcükler:** Kentsel dönüşüm, Bostanlı Mahallesi, İzmir

**Keywords:** Urban transformation, Bostanlı Neighbourhood, İzmir

## GİRİŞ

Kentler kompleks ve dinamik yapıları nedeniyle kuruldukları günden bugüne sürekli bir değişim geçirmişlerdir (Karadağ & Mirioğlu, 2011). Kent mekanlarındaki bu dönüşüm ve değişimler zaman zaman mekanın ve dolayısıyla kent yaşamının kalitesini olumlu yönde etkilerken zaman zamanda ekonomik, toplumsal, çevresel ya da fiziksel bozulma olarak karşımıza çıkmaktadır (Akkar, 2006).

Endüstri Devrimi sonrası göçlerin sanayileşmiş şehirlerde yoğunlaşması, bu şehirlerdeki kirliliğin artması ve hastalıkların salgınlara dönüşmesi, ekonomik zorluklar nedeniyle orta ve alt gelir sınıfındaki vatandaşların “hayatta kalma” maliyetini düşürmek adına konfordan feragat edip daha küçük evleri tercih etmeleri ve bunun da kişi başına düşen yeşil alanı dramatik olarak azaltması gibi sebeplerle şehirlerin yeniden tasarlanması ihtiyacı doğmuştur.

Kentlerin zaman içerisinde kaybettikleri cazibelerini geri kazanabilmeleri, eskiyen dokularının yenilenmesi, arzu edilen fonksiyonlarını geri kazanabilmeleri için bir değişime maruz kalmaları gerekmektedir. İşte bu değişim günümüzde yaygın kullanım kazanmış olan “kentsel dönüşüm” kavramı ile ifade edilmektedir (Boz & Çay, 2019).

1990’lı yıllarda önem kazanan kentsel dönüşüm kavramı, kente dair fiziksel, sosyal, ekonomik ve çevresel sorunlara çözüm arayan bir planlama ve uygulama sürecidir.

Görgülü et. al. (2006)’ya göre; kentsel dönüşüm deneyiminin evreleri;

- 1960’lı yıllara değin süren **devlet eliyle toptan yeniden geliştirme ve kentsel yenileme**,
- 1960’lı yılların ortalarında başlayan 1970’li yıllara kadar devam eden çok boyutlu “**yeniden gelişim**” ve **sağlıklaştırma** çalışmaları,
- 1970’li yıllardan 1990’lara kadar görülen **gayrimenkul eksenli kamu özel ortaklığı dönüşümleri**,
- 1990’lı yılların ikinci yarısından itibaren ortaklık modellerinin çeşitlenerek devam ettiği ve **toplumun yeniden hatırlandığı** dönüşüm çalışmaları olarak dört başlık altında özetlenebilir (Kalaycı Önaç, 2017).

Ülkemizdeki ilk göç hareketleri; 1950’li yıllarda, sanayileşmenin etkisiyle özellikle köylerden büyük kentlere doğru olmuştur. 1970’li yıllarda uydu kentler oluşmaya başlamış, 1980’li yılların sonuna kadar uzanan göçler, büyük kentlerde yaşayan insan sayısını artırmış, planlama faaliyetleri ve nüfus hareketliliklerinin doğru tahmin edilememesi gecekondular ve kaçak yapılaşma gibi önemli sorunların oluşumuna zemin hazırlamıştır. 1990’lı yıllara gelindiğinde ise köylerden kente olan göçlerin yavaşlamasıyla birlikte kentlerin yeni yaklaşımlarla ele alınması gerekliliği doğmuş, dünyadaki takip edilen kentsel dönüşüm uygulamalarındaki gelişmeler ışığında, Türkiye’de de kentlerin eskiyen ve işlevini kaybeden bölgelerinin yeniden ele alınmasına yönelik uygulamaların da yolu açılmıştır (Yılmaz Kabasakal, 2019).

Roberts (2000)’e göre kentsel dönüşüm, aşağıdaki dört ana amaca hizmet etmek üzere tasarlanmalıdır (Şişman & Kibaroğlu, 2009):

- Kentin fiziksel yapısı ile toplumsal sorunları arasında doğrudan bir bağ bulunmaktadır. Kentsel alanların atıl ve sorunlu alanlara dönüşmesinde toplumsal bozulmalar en büyük paya sahiptir. Bu alanların kente geri kazandırılıp uzun ömürlü olmaları için öncelikle toplumsal bozulmaların nedenleri bulunmalı ve bozulmayı önleyecek öneriler getirilmeli,
- Kentsel dönüşüm projelerinde yapılar, kent kimliğini dolayısıyla kent dokusunu oluşturan fiziksel, ekonomik ve sosyal yapısında sürekli olarak yaşanan değişime ayak uyduracak, geliştirilmeye ve yenilemeye ayak uyduracak şekilde tasarlanmalı,

- Kentsel alanların atıl ve sorunlu alanlara dönüşmesindeki bir diğer önemli faktör o bölgedeki ekonomik yaşamın durağanlaşmasıdır. Kentsel dönüşüm projelerinde, bölgenin ekonomik yaşamını yeniden canlandıracak stratejiler geliştirilmeli, kentin yaşam kalitesini ve refahını artıracak bir yaklaşım önerilmeli,
- Kentsel alanlar etkin bir şekilde kullanılmalı ve gereksiz kentsel yayılmayı önleyecek stratejiler geliştirilmelidir.

Dünya genelindeki kentsel dönüşüm uygulamaları genellikle iki tipte karşımıza çıkmaktadır (Teknik Güç, 2006):

- Yerinde dönüşüm (Bir yerleşimin belli bir bölümünün aşama aşama yıkılarak yeniden yapılması),
- Transfer (Kentin belirli bir bölümünün başka bir yere taşınması ve boşaltılan yapıların yeniden yapılması),

Söz konusu bu dönüşüm uygulamalarının haricindeki diğer dönüşüm tipleri şunlardır:

- Yık - yap (Yerel yönetimlerin risk taşıyan yapının yıkımına karşılık yeni yapı yapma karşılığı yatırımcılara arsa tahsis etmesi),
- Yık - boşalt sistemi (Riskli binaların yıkılarak bu alanların mülkiyetinin belediyelere ve bu alanların yeşil alan, park, sağlık tesisi ve okul gibi kamu alanı olarak kullanması),
- Riskli evini getir, yeni evini al sistemi (Yeni proje kapsamında, riskli evini belediyeye veren mülk sahibinin, karşılığında yeni evini % 15 - 20 m eksiği ile alması ya da yeni ev ile riskli ev arasındaki farkı ödemesi),
- Kamu - özel sektör proje ortaklık sistemi (Belediye ve özel sektör ortaklığı ile kentsel dönüşüm projeleri tasarlanması, proje kapsamında imar hakları toplulaştırılması ve imar hakları transfer yöntemleri ile mülk sahiplerine alternatif sunulmasıdır.

Kentsel dönüşüm hedeflerini gerçekleştirmeye yönelik olarak tüm dünyada kabul görmüş ortak uygulama yöntemleri mevcuttur (Çalış et. al., 2017).

Kentsel dönüşüm, mevcut kent yapısının yenilenmesi amacıyla yapılan uygulamaları içinde barındıran genel bir kavramdır. Ancak, bu uygulama biçimlerinin ifade edilmesinde çok farklı görüşler bulunmaktadır. Bunun en büyük nedeni de, farklı ülkelerden bilim insanlarının çeşitli isimlerle tanımladığı bu uygulama biçimlerinin Türkçeye çevrilmesinde yaşanan terminoloji karmaşasıdır. Kentsel dönüşümün yaklaşım biçimlerini tarifleyen dokuz farklı uygulama biçimi aşağıda özetlenmektedir (Ertaş, 2011):

- Yenileme
- Sağıklaştırma
- Koruma
- Yeniden canlandırma
- Yeniden geliştirme
- Düzenleme
- Temizleme
- Yeniden Üretim
- Soylulaştırma

Dönüşüm kendi içerisinde barındırdığı sosyal dinamikleri içerisinde yavaş yavaş gelişen bir süreçtir ve fiziksel yapıdaki değişiminin yanı sıra değişim ile ilişkili diğer katmanlarını da içerir. Bu nedenle, dönüşüm sürecinin geçirdiği aşamaları, bu aşamaları etkileyen yapısal özellikleri, aktörlerin etkileşimlerini ve ilişkileri de anlamak ayrıca önemlidir (Ataöv & Osmay, 2007).

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

İzmir ili Karşıyaka ilçesi Bostanlı Mahallesi'nde kentsel dönüşüm uygulamasına tabi tutulmuş 37 adet yapı bu çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır.

Karşıyaka İlçesi Bostanlı Mahallesi'nin araştırma alanı olarak seçiminde; Karşıyaka İlçesi'nin yerleşim yeri olarak en popüler mahallerinden ve nüfus olarak en yoğun ikinci mahallesi olması etkili olmuştur. Ayrıca eski bir yerleşim yeri olduğundan, bu mahallede yer alan yapıların riskli yapı sınıfına girmeleri veya ekonomik ömürlerini doldurmaları nedeniyle kentsel yenileme uygulamalarının son yıllarda bu mahallede yoğunluk kazanması Bostanlı Mahallesi'nin araştırma alanı olarak seçimini güçlendirici bir etken olmuştur.

Karşıyaka, İzmir Körfezi'nin kuzey kıyısında yer almakta olup Yamanlar Dağı'nın eteği ile deniz arasında kalan kısımda şehir dokusu ile büyük ölçüde bütünleşmiş bir ilçedir. Rakımı 1 - 700 m. arasında değişen ilçenin doğusunda Bornova, güneyinde Bayraklı, batısında Çiğli, kuzeyinde Menemen ilçeleri yer almaktadır. Yurdumuzun tüm bölgelerine açılan E-5 Karayolu ile 1865 yılında inşa edilen demiryolu ilçeyi boydan boya kat etmektedir. Karşıyaka kent nüfusunun yoğun olduğu bir bölgedir (Karşıyaka Belediyesi, 2020), (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanı sınırları.

Figure 1. Research area boundaries.

Araştırma alanı ve konusu ile ilgili çeşitli yazınsal kaynak, internet bilgileri, araştırma alanından çekilen fotoğraflar ile bu araştırma için özgün olarak hazırlanmış gözlem formu araştırmanın diğer materyalini oluşturmaktadır.

### Yöntem

Çalışma yöntemi; “Konunun Tanımlanması”, “Veri Toplama”, “Bulgular ve Analiz” ile “Sonuç ve Öneriler” olmak üzere başlıca dört asamadan oluşmaktadır;

- **Konunun Tanımlanması:** Bu aşamada; kentsel dönüşüm kavramının içeriği, amacı, yöntemleri, yasal ve yönetsel koşulları, gerçekleştirilmiş olan örnekler üzerine literatür taraması yapılmış, çeşitli kitap, dergi, makale, tez, internet yayınları vb. dokümanlar incelenmiştir.
- **Veri Toplama:** Bu aşamada, öncelikle araştırma alanı olarak belirlenen Karşıyaka İlçesi Bostanlı Mahallesi’nde son 3 yılda yürütülen tüm kentsel dönüşüm uygulamaları listelenmiş sonrasında da çalışmaya dahil edilecek yapılar belirlenmiştir.

Yürütülen bu çalışmayla kentsel dönüşüm uygulamalarının gerek fiziksel / mekânsal gerekse ekolojik yönden kente katkılarını ortaya koymak hedeflenmiştir.

İncelenecek yapı sayısının belirlenmesinde, aşağıdaki *oransal örnek hacmi* formülünden yararlanılmış (Baş, 2005) ve % 95 olasılık ile % 10 hata payı esas alınmıştır.

$$n = Nt^2pq / d^2(N-1) + t^2pq$$

Formüldeki sembollerin tanımı şu şekildedir;

*N: Hedef kitledeki yapı sayısı,*

*n: Örnekleme alınacak yapı sayısı,*

*p: İncelenen olayın görüş sıklığı,*

*q: İncelenen olayın görülme sıklığı,*

*t: Belirli bir anlamlılık düzeyinde t tablosuna göre bulunan teorik değer,*

*d: Olayın görülüş sıklığına göre kabul edilen ± örnekleme hatası (p:0,5, q:0,5)*

\*Örnek büyüklüğünün mümkün olduğu kadar büyük olmasını sağlamak için  $p(1-p)$  çarpımında en büyük değeri verecek olan  $p=0.50$  değeri kabul edilmiştir.

Hesaplama son 3 yılda yapımına başlanılan ve yapı kullanma izni alınan bina sayısı (58) “Ana Kitledeki Hane Halkı Sayısı (N)” olarak saptanmış ve hesaplama sonucunda yerinde incelenecek bina sayısı (37) olarak belirlenmiştir.

İzmir Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Karşıyaka Belediyesi Arşiv Müdürlüğü ile Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü’nden alınan bilgilere göre; 20 adedi 2016 yılında yapımına başlanan ve yapı kullanma izni alınan bina, 17 adedi 2017 yılında yapımına başlanan ve yapı kullanım izni alınan bina olup, 2018 yılında yapımına başlanıp henüz yapı kullanım izni alınan konut yenileme projesi bulunmamaktadır (Çizelge 1), (Şekil 2).

Çizelge 1. Araştırma alanları listesi

Table 1. List of research areas

Araştırma Alanı Kodu	Araştırma Alanı Adı	Araştırma Alanı Kodu	Araştırma Alanı Adı
1	Sevgi Apartmanı	20	Erdoğan Suit Apartmanı
2	Sabır Apartmanı	21	Özgül Apartmanı
3	Dostlar Apartmanı	22	Ege Apartmanı
4	Gül Apartmanı	23	Doğukan Apartmanı
5	İtir Apartmanı	24	Av. Samim Bey Apartmanı
6	Dostlar Apartmanı	25	Hikmet Apartmanı
7	Sütçü Apartmanı	26	Bostanlı Pier Apartmanı
8	Mendirek Apartmanı	27	Erinç Apartmanı
9	Serhat Apartmanı	28	Martı Apartmanı
10	Murat Apartmanı	29	Balık Apartmanı
11	Denizci Apartmanı	30	Akyüz Apartmanı
12	Ortaklar Apartmanı	31	Ece Residence Apartmanı
13	Aykut Apartmanı	32	Pınarcan Apartmanı
14	Lale Apartmanı	33	Deren Apartmanı
15	Orkide Apartmanı	34	Burak Apartmanı
16	Uluer Apartmanı	35	Ethem Bey Apartmanı
17	Ertürk Apartmanı	36	Özalp Apartmanı
18	Yunus Apartmanı	37	İlgın Apartmanı
19	Güven Apartmanı		





Şekil 2. Araştırma alanları.

Figure 2. Research areas.

Araştırmada yerinde gözlem yönteminden yararlanılmış, çalışmaya dahil edilen binalar, kentsel dönüşümün “kent ekosistemine etkisi” ve “kentsel yoğunluğa etkisi” yönleriyle değerlendirilmiştir. Çalışma için özgün olarak hazırlanmış gözlem formu aracılığıyla (Çizelge 2) veri toplama çalışmaları, 01 Eylül 2019 - 30 Kasım 2019 tarihleri arasında, araştırma alanlarının yerinde incelenmesi / gözlenmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir.

**Çizelge 2.** Gözlem formu

**Table 2.** Observation form

<b>Araştırma Alanının Konumu Gösteren Harita</b>	<b>ARAŞTIRMA ALANI - 1</b>				<b>Araştırma Alanına Ait Fotoğraf</b>			
	..... Apartmanı							
	<b>ADRES BİLGİLERİ</b>							
	Ada							
	Parsel							
	Sokak							
No								
<b>KENT EKOLOJİSİNE ETKİSİ</b>								
<b>Çatı Bahçesi Sistemi</b>			<b>Güneş Enerjisi Sistemi</b>			<b>Yağmur Suyu Toplama Sistemi</b>		
Var		Yok	Var		Yok	Var		Yok
Yeterli			Yeterli			Yeterli		
Yetersiz			Yetersiz			Yetersiz		
<b>Canlı Donatı</b>								
Var		Yok	Nicelik Yönüyle			Nitelik Yönüyle		
			Yeterli		Yetersiz		Yeterli	Yetersiz
<b>KENTSEL YOĞUNLUĞA ETKİSİ</b>								
<b>Çekme Mesafesi</b>				<b>Birim Sayısı</b>				
Arttı		Azaldı	Değişmedi	Arttı		Azaldı	Değişmedi	
<b>Gabari</b>				<b>Otopark</b>				
Arttı		Azaldı	Değişmedi	Var			Yeterli	
				Yok			Yetersiz	
<b>Araştırma Alanına Özel Ek Açıklamalar</b>								

Gözlem formunun hazırlanmasında; Altuğ & Gülgün (2005), Küçükerbaş et. al (2017), Altuğ Turan & Gülgün (2017), Malkoç et. al. (2020) kaynaklarından yararlanılmıştır.

- **Bulgular ve Analiz:** Gözlem çalışması sonucunda elde edilen veriler “Bulgular ve Analiz” aşamasında önce her bir yapı için tek tek ve daha sonra ise tüm yapılardan elde edilen verilerin bütün olarak genel değerlendirmesi yapılmış, grafiksel olarak da ortaya konulmuştur. Ayrıca canlı donatıların sağlıklı ve bakımlı olup olmadıkları incelenmiş, kent ekolojisine kayda değer katkı sağlayıp sağlamadığı yorumlanmıştır.



- **Sonuç ve Öneriler:** Son aşamada ise “bulgular ve analiz” aşamasında elde edilen veriler bütün olarak değerlendirilmiş, sentezlenmiş ve yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında öneriler ortaya konulmuştur.

## ARAŞTIRMA BULGULARI

Kentsel dönüşüm kavramı, hem vatandaşı hem yerel yönetimleri yakından ilgilendiren, ortak çalışma gerektiren, doğru uygulanması halinde kısa, orta ve uzun vadede vatandaşın faydasını gözetten bir harekettir.

Bu araştırmayla İzmir ili Karşıyaka ilçesi Bostanlı Mahallesi’nde, ekonomik ömrünü tamamlaması, riskli olarak nitelendirilmesi ya da görsel kalitesini yitirmesi vb. çeşitli nedenlerle kentsel dönüşüm uygulamasına tabi tutulmuş 37 adet yapının yenileme sonrası **kent ekolojisi** ve **kentsel kitle yoğunluğu** üzerindeki etkileri gözlemlenmiş, yenilenmiş yapıların kentsel sürdürülebilirliğe olan katkıları araştırılmış ayrıca söz konusu sürecin teoride ortaya konulan hedeflerine ulaşip ulaşmadığı sorgulanmıştır.

Araştırmaya dahil edilen yapılar öncelikle; kent ekolojisine etkisi başlığı altında çatı bahçesi sistemi, güneş enerjisi sistemi ve yağmur suyu toplama sisteminin varlığı ile yeterliliği yönüyle, canlı donatı elemanlarının varlığı, nicelik ve nitelik bakımından yeterliliği yönleriyle değerlendirilmiştir.

Elde edilen verilere göre; araştırmaya dahil edilen yapıların hiçbirinde çatı bahçesi, güneş enerjisi sistemi ve yağmur suyu toplama sisteminin bulunmadığı, 37 adet yapıdan 19’unda canlı donatı elemanına yer verilirken geri kalanında sadece cansız donatıların yer aldığı belirlenmiştir. Canlı donatılara yer verilen yapılardan da sadece bir adedinin nicelik ve nitelik yönünden yeterli olduğu görülmüştür. Kentsel dönüşüm adı altında yapılan yapı yenilemelerinde yapı estetiğini ve kentsel ekolojiyi olumlu yönde destekleyecek sürdürülebilir bu sistemlerin maddi kaygılar nedeniyle yer almadığı belirlenmiştir.

İkinci aşamada araştırmaya dahil edilen yapılar kentsel yoğunluğa etkisi başlığı altında çekme mesafesi, birim sayısı ve gabaride bir artma ya da azalma olup olmadığı yönüyle, otopark alanlarının da varlığı ve yeterliliği yönüyle değerlendirilmiştir.

Elde edilen verilere göre; araştırma kapsamında değerlendirilen 37 adet yapının tümünde gabari artışı olduğu belirlenmiştir. Yapılardan 33’ünde konut birim sayısında artış gözlenirken,

1 adedinde biri sayısının azaldığı 3 adedinde de değişim olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca 37 adet yapıdan sadece 1 adedinde konut birim sayısı üzerinde otopark alanı olduğu belirlenmiştir.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Sanayi Devrimi’nin getirdiği çalışma şartları, insanları belirli bölgelerde ikamet etmeye zorlamış, çarpık kentleşmenin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Çarpık kentleşmenin en önemli sorunu ise mühendislik yapısı olmayan, çoğunlukla riskli olarak nitelendirilecek yapılarda ikamet edilmesidir. Ayrıca, altyapının plan dışı şehirleşmeden kaynaklı olarak kapasitesinin aşılması ve türlü hastalıkların ortaya çıkabilecek olması, bir diğer can kaybı ile sonuçlanabilecek durumlardandır ki maalesef bu durum Barcelona’da tecrübe edilmiştir. Dar sokaklara eşlik eden yüksek yapılar, yeşil örtüye veya canlı donatıya sahip olmayan mahalleler, rekreasyon alanlarının yokluğu ise şehir sakinlerini psikolojik olarak yıpratmaktadır.

Barınma ihtiyacının devlet kanalıyla çözümünde en etkin kurum olan TOKİ tarafından yapılan yapılar ise birbirinin aynı beton blok yığınları olarak değerlendirilebilir. Yıldırım (2012)’ye göre, TOKİ’nin ürettiği projelerin fikir olarak uygun ve işlevsel olduğu ancak estetik açısından, yaygınlık kazandıkça tekdüze olmaya başladığı, istisnalar olsa bile gözle görülebilir farkların birçok projede olmadığı görülmüştür. Bu durum, TOKİ projelerinin tek tek incelendiğinde sorun yaratmadığını fakat tek tip konut

sayısının gün geçtikçe çoğalması sebebiyle yeni bir kent dokusu oluşmaya başladığı için kentin gelişimini olumsuz açıdan etkilediğini göstermektedir. TOKİ yapıları kentsel dönüşümle birlikte ele alındığı için kent dokusuna etki etmesi olağandır. Arsa değerleri özellikle büyük kentlerde arttığından, yatay olarak değil de düşeyde gelişme göstermesi kısmen mantıklı gibi görünse de, bunun çözümü bütün kenti bloklara bölmek olmamalıdır.

Dikey şehirleşme, geçmiş zamanlarda güvenliğin sağlanabilmesi ve altyapının geniş alanlara götürülebilmesi nedeniyle kabul görürken, bugünün mühendislik imkânları ile dikey şehirleşmenin limiti kanun ve yönetmeliklerin haricinde sadece inşa malzemelerinin limitlerine bağlıdır. Bu durum belirli bir bölgede, planlananın çok üzerinde yoğunluğa, kirliliğe ve altyapı sorunlarına yol açabilmektedir.

Hali hazırda yoğun olan bölgelerin yatay şehirleşmeye geçişinde göz önünde bulundurulması gereken konulardan ulaşım, toplu taşıma araçlarına erişim ve bu araçlardaki konfor şehir sakinlerinin tercihlerini doğrudan etkilemektedir.

Ekonomik ömürleri dolan veya riskli olarak tescillenen yapıların tekil olarak yıkılıp yeniden inşası kısa süreli çözümdür, birim alanda ikamet eden insan sayısının artışı sadece barınma ihtiyacına çözüm olmaktadır. Yoğunluğun azaltılması beklenirken imar durumunun izin vermesiyle yoğunluğun arttığı yapılar gözlenmektedir. Söz konusu binaların yenilenmesiyle altyapı, ulaşım, temiz hava, insan başına düşen yeşil alan miktarı, rekreasyon alanlarının kapasite aşımı konularına çözüm ne yazık ki üretilmemektedir.

Tüm ihtiyaçlar ve karşılanmayan taleplerin sonuçları hesaba katıldığında, çözümün kentsel dönüşüm olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda aşağıda kentsel dönüşüm uygulamalarının sonuçlarının sağlıklı olabilmesi için bazı öneriler sıralanmıştır:

- Şehirlerin sadece barınma ve çalışma alanlarından fazlası olduğu unutulmamalı,
- Kentsel dönüşüm projeleri sadece yapısal yenileme amaçlı olamamalı (özellikle parsel bazında), kent kimliğini oluşturan kültürel, sosyal, tarihi ve ekonomik tüm öğeleri için bütünsel çözüm önerileri / fikirler içermeli,
- Projelerin amacı toplumun risksiz yapılarda ikametüne olanak sağlamak ve yatay şehirleşmeye geçişi başlatmak olmalı,
- Dönüşüm projeleri altyapı, ulaşım vb. sorunları bulunan kırsal bölgelerin bu sorunlarını çözecek öneriler / yatırımlar içermeli, böylelikle kentsel yoğunluğu azalmak için kırsal alanlarda yaşamı teşvik edici olmalı / cazip kılmalı,
- Dönüşüm projeleri ayrıca bireysel araç kullanımını azaltıcı buna karşılık toplu taşıma sistemlerini daha işlevsel hale getirecek / kolaylaştıracak öneriler barındırmalı,
- Dönüşüm uygulamaları, farklı disiplinlere mensup uzmanların üzerinde uzlaştığı bir süreç izlemeli,
- Dönüşümün söz konusu olduğu bölgelerde yaşayan vatandaşlar konu ile ilgili detaylı olarak bilgilendirilmeli, dönüşümün hem kendisi hem de tüm kentin yararına olduğu benimsenmeli,
- Dönüşüm projeleri, kentsel ekolojii olumlu yönde etkileyecek; çatı bahçesi sistemi, güneş enerjisi sistemi ve yağmur suyu toplama sistemi vb. sürdürülebilir öneriler barındırmalı,
- Özellikle parsel ya da ada ölçeğinde uygulanan dönüşüm projelerinde, birim sayılarının artması engellenmeli, çekme mesafeleri ve gabari değişiklikleri bulunmamalı,
- Konut açık alanları mümkün olduğunca nitelikli yeşil alan olarak değerlendirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Akkar, Z.M., 2006. Kentsel dönüşüm üzerine Batı'daki kavramlar, tanımlar, süreçler ve Türkiye. Planlama 2006/2, Sayfa: 29 - 38.
- Altuğ Turan, İ. & B. Gülgün Aslan, 2017. The Construction of Urban Identity Codes in the Process of Urban Design. Researches on Science and Art in 21st Century Turkey, Volume 2, Chapter 231, Gece Publishing, ISBN: 978 - 605 - 288 - 0 - 623, 3094: 2059 - 2072.
- Altuğ, İ. & B. Gülgün, 2005. Kentsel dış mekânlara yönelik yapısal uygulamalardan; drenaj, sulama, aydınlatma ve döşeme çalışmalarının Konak Meydanı ve çevresi düzenlemesi örneğinde irdelenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, ISBN: 1018 - 8851, 42 (3): 183 - 195.
- Ataöv, A. & S. Osmay, 2007. Türkiye'de kentsel dönüşümüne yöntemsel bir yaklaşım. ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt: 24, Sayı: 2, Ankara, 2007, s.57 - 82.
- Baş, T., 2005. Anket Nasıl Hazırlanır? Uygulanır? Değerlendirilir? 3. Baskı, Seçkin Yayıncılık San. Tic. A.Ş., Ankara, ISBN: 975 - 347 - 324 - 9, 236 s.
- Boz, Y. & T. Çay, 2019. Kentsel dönüşüm mevzuatında kullanılan kavramların kentsel dönüşüm modelleri bağlamında incelenmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25 - 27 Nisan 2019, Ankara, Sayfa: 1 - 9.
- Çalış, G., S. Tan & M. Kuru, 2017. Dünyadaki kentsel dönüşüm uygulama örneklerinin karşılaştırılması. Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi, 06 - 07 Ekim 2017, Samsun, Sayfa: 79 - 90.
- Ertas, N., 2011. Kentsel dönüşüm çalışmalarında sosyal boyutun incelenmesi, Ankara ve Londra örnekleri. Selçuk - Teknik Dergisi, Cilt: 10, Sayı: 1 - 2011, Sayfa: 1 - 18.
- Kalaycı Önaç, A., 2017. Kentsel Dönüşüm Sürecinde Kentsel Peyzaj Değerleri Analizi; İzmir - Bayraklı Kentsel Dönüşüm Alanı Örneği, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, 186 s.
- Karadağ, A. & G. Mirioğlu, 2011. Türkiye'de kentsel dönüşüm politikaları ve uygulamaları üzerine coğrafi değerlendirmeler: İzmir örneği. Ege Coğrafya Dergisi, 20/2 (2011), 41 - 57.
- Karşıyaka Belediyesi, 2020. Karşıyaka Bilgileri, <https://www.karsiyaka.bel.tr/>, Erişim Tarihi: Aralık, 2019.
- Küçükbaş, E.V., M.B. Özkan, İ. Altuğ Turan, E. Malkoç True, H. Sönmez Türel & Ç. Kılıçaslan, 2017. Kamusal Dış Mekân Olarak İzmir Kenti Çocuk Oyun Alanlarının İrdelenmesi. ISBN: 978 - 605 - 86950 - 0 - 9, Sage Matbaacılık, 147 s. (2. Baskı).
- Malkoç True, E., H. Sönmez Türel & İ. Altuğ Turan, 2020. Analysis of the Built Environment in the Context of User - Space Relations, Theory and Research in Architecture, Planning and Design, Gece Publishing, 237: 221 - 237, ISBN: 978 - 625 - 7243 - 78 - 0.
- Şişman, A. & D. Kibaroglu, 2009. Dünyada ve Türkiye'de kentsel dönüşüm uygulamaları. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11 - 15 Mayıs 2009, Ankara.
- Teknik Güç, 2006. Yeni Bir Talan Hikâyesi: Kentsel dönüşüm. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Yayını, Sayı 164: 4 - 5, Ankara, <http://www.imo.org.tr/ekutuphane/index.php?yayinkod=73&belgeadi=Teknik%20G%FC%E7>, Erişim Tarihi: Kasım, 2020.
- Yıldırım, H., 2012. Toki'nin Sosyal Konut ve Lüks Konut Projelerinin Değerlendirilmesi: Ankara Örneği. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Taşınmaz Geliştirme Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 116 s.
- Yılmaz Kabasakal, P., 2019. Kentsel dönüşüm kavramı kentsel dönüşümde süreç. <http://www.pykhukuk.com/kentsel-donusum-kavrami-kentsel-donusumde-surec/>, Erişim Tarihi: Aralık 2019.





## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., Yıl, 58 (4):545-555  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.891460>

Mukaddes ERSOYOL KIRIŞIK<sup>1</sup>

Fatma KOYUNCU<sup>2</sup>

Sultan Filiz GÜÇLÜ<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Köprüköy İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>3</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Atabey Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Fidan Yetiştiriciliği Programı, Atabey/Isparta, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):  
[sultanguclu@isparta.edu.tr](mailto:sultanguclu@isparta.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Fenoloji, gen kaynağı, *Juglans regia* L., seleksiyon, pomoloji

**Keywords:** Phenology, gene source, *Juglans regia* L., selection, pomology

# Tefenni (Burdur) yöresi doğal popülasyonundan seçilen ceviz (*Juglans regia* L.) genotiplerinin bazı pomolojik ve agrofenolojik özellikleri\*

Some pomological and agrophenological characteristics of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes selected from natural population in Tefenni (Burdur) region

\*Bu makale ilk yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 04.03.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 17.04.2021

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, doğal ceviz genotiplerinin pomolojik ve fenolojik özelliklerini, yandal verimlilikleri ve yağ içeriğini araştırmak, üstün olanları seçmek ve üstün olanları gen kaynağı olarak korumaktır. Bu amaca ulaşmak için Burdur ili Tefenni ilçesinde 3 yıllık bir çalışma yapılmıştır (2014-2016)

**Materyal ve Yöntem:** Tartılı derecelendirme yöntemine göre değerlendirilen on genotip ümitvar bulunmuştur. Yörede yaygın olarak yetiştirilen Yavuz-1 çeşidi genotipleri değerlendirilmesinde referans çeşit olarak kullanılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Ümitvar olarak değerlendirilen genotiplerin randımanı %43.70 - %65.09 arasında, meyve ağırlıkları 8.95-13.04 g, iç ağırlıkları 4.87 ile 6.53 g arasında ve kabuk kalınlıkları 0.70 mm ile 1.65 mm arasındadır. Meyveler irilik bakımından ekstra sınıfta ve tümü yuvarlak şekillidir. Ümitvar olarak seçilen on genotipten yedi genotip açık, üç genotip esmer kabuk renginde; beş genotip pürüzlü kabuk, beş genotip orta pürüzlü; yedi genotip zor kırılan, üç genotip kolay kırılan sınıfta bulunmuştur. İç dolgunluğu sekiz genotipte iyi, iki genotipte orta; meyve içinin tam olarak çıkma durumu; yedi genotipte iyi, üç genotipte kötü çıkmıştır.

**Sonuç:** Seçilen genotipler iç rengi bakımından çok iyi sonuçlar vermiş sekiz tanesi açık, iki genotip çok açık olarak belirlenmiştir. Genotiplerin oransal yağ miktarı %62.29 (15.TE.013) ile %70.24 (15.TE.001) arasında bulunmuştur. Yan dallardaki meyve tutum oranı %45-60 arasında bulunmuştur. Seçilen tüm genotipler protandri çiçek özelliğindedir.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to to investigate the pomological and phenological characteristics of natural walnut genotypes, lateral fruitfulness and oil content, to select the superior ones and to protect them as gene sources. In order to meet this objective, a study was conducted for 3 years in Tefenni district of Burdur province (2014-2016).

**Material and Methods:** Ten genotypes were found promising evaluated according to the weighted ranked method. The variety, namely Yavuz-1 (KR-2) is the one that is widely grown in the region and it was used as a reference.

**Results:** Fruit weight of genotypes evaluated as promises varied between 8.95-13.04 g, kernel weight between 4.87-6.53 g, kernel ratio between 43.70% and 65.09% and shell thickness between 0.70 mm and 1.65 mm. All fruits were fit into extra class and round shape when shell characteristics of walnut types were investigated. Shell colors of the seven genotypes were light and the three genotypes were dark. The five genotypes rough shell, the five genotypes medium rough; the seven genotypes were found in the easy cracking and fullness of nut was good in the eight genotypes and middle in the two genotypes.

**Conclusions:** The Selected genotypes were found to be very good results in terms of kernel color. The eight of the genotypes were determined as light and the two genotypes were determined as very light. Fat ratio of the selected genotypes was between 62.29% (15.TE.013) and 70.24% (15.TE.001). The lateral fruitfulness was found to be between 45-60%. All selected genotypes were protandri flower.

## GİRİŞ

Dünyada önemli ceviz üreticileri Çin, ABD, İran ve Türkiye'dir. FAO 2019 yılı verileri incelendiğinde dünyada ceviz üretimi yaklaşık 4.498.442 ton civarındadır. Ceviz üretimi yapan ülkelerin üretim miktarlarına bakıldığında, Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve İran'ın sırasıyla ilk üç sırayı paylaştığı, Türkiye'nin ise 225.000 tonluk üretimi ile dördüncü sırada yer aldığı görülmektedir (Anonim, 2021a). Burdur ili ise 2019 yılında 4.358 ton, 2020 yılında ise 6.164 ton ceviz üretimine sahip olmuştur (Anonim, 2021b).

Botanik olarak Dicotyledoneae sınıfı Juglandales takımı, Juglandaceae familyası ve Juglans cinsinde yer alan ceviz, dünyada yüksek üretim değerine ve en geniş yayılma alanına sahip sert kabuklu meyve türüdür. Özellikleri belirlenmiş olan 25 türden, (USDA, GRIN; Germplasm Resources Information Network), Juglans cinsi içerisinde en önemlisi olan Juglans regia, kaliteli meyvesi ile, 'Anadolu cevizi', 'İran cevizi' ve 'İngiliz cevizi' olarak da adlandırılmaktadır (Akça, 2009). Genellikle arazilerin vadi biçimindeki kısımlarında geniş popülasyonlar halinde bulunan Anadolu cevizine, ülkemizin hemen hemen her bölgesinde rastlanılmaktadır (İsfendiyaroğlu ve Özeke, 2002; Yıldırım ve ark., 2005). Ceviz yetiştiriciliğinin yakın zamana kadar büyük bir kısmının generatif yolla yapılması modern ceviz yetiştiriciliğine geçişimize engel olurken, bu durum ıslah çalışmaları için çok zengin bir genetik materyalin meydana çıkmasını ve çok sayıda ceviz genotipinin günümüze kadar gelmesini sağlamıştır (Şen, 2005). Bu genetik farklılıklar nedeni ile standart üretim sağlanamamakta, bu nedenle de ceviz yetiştiriciliğinde seleksiyon ıslahı zorunlu hale gelmektedir. Genetik çeşitlilik içerisinde, üstün vasıflı tiplerin çoğaltılarak koruma altına alınması büyük önem taşımaktadır (Şimşek, 2016). Büyük bir emek ve özveri isteyen seleksiyon ıslahı, meyve çeşit ıslahında yaygın olarak kullanılan bir ıslah yöntemidir. Seleksiyon ıslahında kullanılacak seleksiyon kriterleri her ekoloji için ayrı ayrı ele alınmalıdır (Akça, 2005).

Standart çeşitlerin her ekolojik bölgede benzer verim ve kaliteye sahip olmadıkları, aynı iklim bölgesi içerisinde farklı ekolojik koşulların bile farklı etkileri görülebilmektedir. Bu nedenle, yetiştirilmesi düşünülen çeşitlerin istekleri ile birlikte bitki-ekoloji ilişkisindeki etkileşimlerinin bilinmesi, verimlilik ve kaliteyi artırıcı bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle çevresel koşullar, meyve özelliklerine önemli derece etki etmektedir. Ülkemizde bu konunun önemini anlaşılmaya Ölez (1971) ile Marmara Bölgesi'nde başlayan seleksiyon çalışmaları değişik bölgelerde yürütülmüş ve halen yürütülmeye devam etmektedir (Şen, 1983; Akça, 1994; Koyuncu ve Aşkın, 1995; Gün ve ark., 2004; Ünver ve Çelik, 2005; Yarılgaç ve ark., 2005; Koyuncu ve ark., 2005; Polat ve ark., 2015; Şimşek ve ark., 2017; Ünver ve Durul Sülüőoğlu, 2017; Demir ve ark., 2019; Acar ve Kazankaya, 2020; Oruç, 2020). Genotip çeşitliliğinin bu kadar fazla olduğu ülkemizde ceviz üretiminde kalite ve standardizasyon sorunu bulunduğundan ceviz ithalatı yapılmaktadır (Tekintaş ve Ertan, 2017). Cevizin anavatanları arasında yer alan ülkemizin bu konumundan , ihracatçı ülke durumuna gelmesi için planlı, kontrollü ve modern meyvecilik anlayışı içinde standart çeşitlerle kapama ceviz bahçeleri kurulması gerekmektedir (Bayazıt ve ark., 2016; Varol ve ark., 2020).

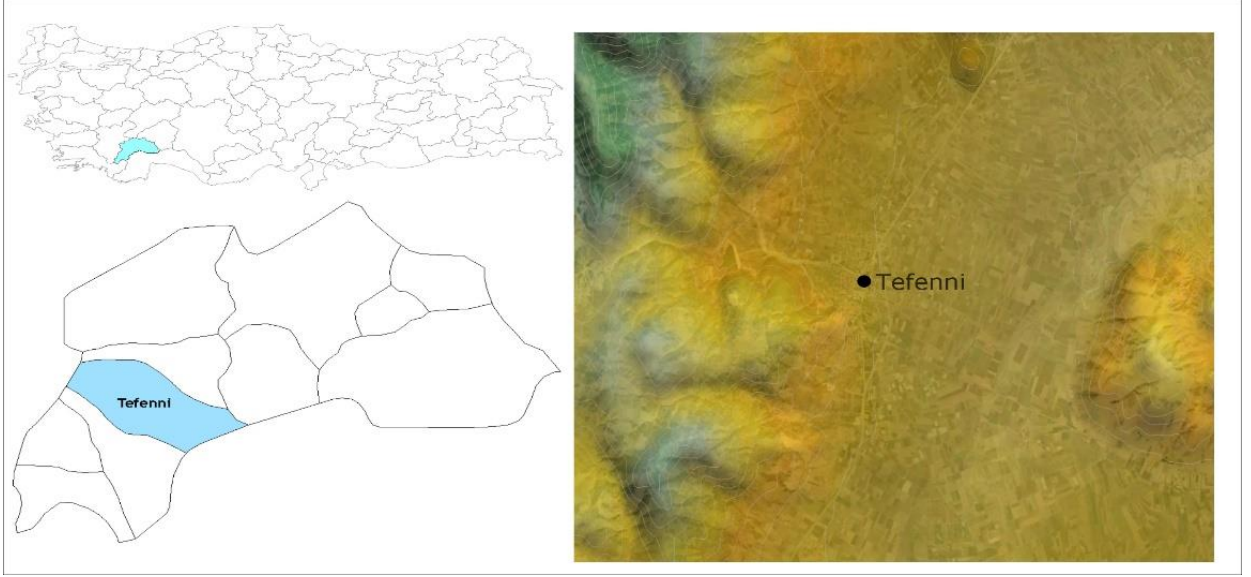
Bu çalışmanın amacı; yüksek ceviz yetiştirme potansiyeline rağmen daha önce herhangi bir seleksiyon çalışması yapılmamış Burdur ili Tefenni ilçesinde tohumdan yetişmiş ceviz genotipleri içerisinde üstün özelliklere sahip olanlarının ve yörede yetiştirilecek çeşit adayları olabilecek genotiplerin belirlenmesi, gen kaynaklarının korunmasıdır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Araştırmanın bitkisel materyalini Tefenni İlçesi doğal ceviz popülasyonu oluşturmaktadır. Tefenni, Göller Yöresinde (Akdeniz Bölgesi), Burdur iline bağlı bir ilçedir. İç Anadolu ile Akdeniz Bölgesi arasında bir geçit olan Tefenni ilçesinde her iki bölgenin iklimsel özelliğinin yanında genellikle yayla iklimi hüküm sürmektedir İlçenin coğrafi konumu Şekil 1.'de gösterilmiştir. Yörede yapılan sörvey çalışmaları ve

yetiştirici görüşmelerine dayanarak 1. deneme yılında (2014) incelemeye değer bulunan sağlıklı 102 ceviz ağacından meyve örnekleri güdümlü örnekleme yöntemine göre alınmıştır. Bu örneklerden 12 tanesinin Yavuz-1 (KR-2) çeşidi olduğu belirlenmiş ve araştırmada referans çeşit olarak kullanılmıştır. 23 Nisan 2015 tarihinde soğuk zararı olduğu için meyve örnekleri alınamamıştır. Birinci yıl değerlendirmeleri sonucunda tekrar örnek almaya değer bulunan 30 ceviz genotipinden ve referans Yavuz-1 (KR-2) çeşidinden 2. deneme yılı verileri için 2016 yılında tekrar meyve örnekleri alınmıştır.



Şekil 1. Seleksiyon çalışmasının yapıldığı bölge.

Figure 1. Location of selection studied.

## Yöntem

Hasat zamanında, ön seçimi yapılmış olan genotiplerden, rastgele 20 adet meyve örneği alınmıştır. Alınan örnekler, hemen yeşil kabuklarından ayrılarak, etiketli delikli plastik torbalara konulmuştur. Toplanan örnekler laboratuvara taşınarak, gerekli ölçümler yapıncaya kadar, oda sıcaklığında kâğıt üzerine serilerek kurumaya bırakılmıştır. Sonrasında, standart kurumayı sağlayabilmek için, hava üfleme etüvde 30°C'de 24 saat süreyle tutulmuştur (Şen, 1983). Değerlendirilmeye uygun hale gelen örneklerde; meyve boyutları (en, boy, yükseklik; mm), meyve şekli, meyve iriliği, kabuk rengi, kabuk pürüzlülüğü, kabuk kırılma durumu, iç dolgunluğu, içte büzüşme, için bütün çıkma durumu, kabuklu meyve ağırlığı (g), iç ağırlığı (g), iç oranı (%) belirlenmiştir. Ölçümler 0.01 mm hassasiyetindeki dijital kumpasla her bir meyve yanağının orta kısmından ölçülerek hesaplanmıştır (Şen, 1983). Cevizlerin meyve kabuk renkleri 'açık', 'esmer' ve 'koyu' olarak 3 farklı şekilde değerlendirilmiştir (Şen, 1983). Meyve kabuklarının pürüzlülüğü 'düz', 'orta' ve 'pürüzlü' olmak üzere 3 farklı şekilde skalaya göre tanımlanmıştır (Şen, 1983). Meyve boyutlarının ölçülmesi ile elde edilen değerler kullanılarak, şekil indeksi formülüne göre meyve şekilleri belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır.

Sekil indeksi:  $\text{Meyve boyu}/(\text{meyve eni}+\text{meyve yüksekliği})/2$

Sekil indeksi > 1.25=oval, <1.25 =yuvarlak

Kabuklu haldeki meyvenin büyük çapı dikkate alınarak meyve iriliğinden elde edilen veriler, Çizelge 1'de verilen kriterlere göre değerlendirilmiştir (Anonim, 1991).

**Çizelge 1.** Cevizlerde meyve iriliğinin sınıflandırılması**Table 1.** Classification of fruit size in walnuts

Meyvenin Şekli	Meyvenin Çapı	Meyvenin Sınıfı
Yuvarlak	27 mm ve yukarı	Ekstra
	24-27 m	1. Sınıf
	20-24 mm	2. Sınıf
Oval	26 mm ve yukarısı	Ekstra
	24-26 mm	1. Sınıf
	20-24 mm	2. Sınıf

İç renklerinin değerlendirilmesinde USDA İç Cevizlerin Sınıflandırması İçin Standartlar (Standards for Grades of Shelled Walnuts) esas alınmış ve meyve iç renkleri 'çok açık', 'açık', 'orta' ve 'koyu' şeklinde sınıflandırılmıştır (USDA, 2005). Genotiplerin seçilmesinde Çizelge 2 ve Çizelge 3'deki tartılı derecelendirme puanları esas alınmıştır (Özkan ve Koyuncu, 2005).

**Çizelge 2.** Kabuklu ceviz seçimi için tartılı derecelendirme puanları**Table 2.** Weighted ranked scores for nut

Meyve Özellikleri	Önem Derecesi (%)	Tartılı Derecelendirme Puanları			
Meyve Ağırlığı (g)-(MA)	%25 (100)	MA $\geq$ 12=50	12>MA $\geq$ 10=30	10>MA $\geq$ 8=20	8>MA=0
Randıman (%)-(R)	%20 (80)	R $\geq$ 55=30	55>R $\geq$ 50=25	50>R $\geq$ 45=20	45>R=5
Kabuk Rengi-(KR)	%15 (60)	Açık(3)=32	Esmer(2)=20	Koyu(1)=8	
Kabuk Pürüzlülüğü-(P)	%15 (60)	Düz(3)=32	Orta(2)=20	Pürüzlü(1)=8	
Yanak(E) veya Sütür (L) Çapı	%5 (20)	E/L $\geq$ 40=8	40>E/L $\geq$ 35=6	35>E/L $\geq$ 30=4	30>E/L=2
İç Dolgunluğu (%)-(İD)	%5 (20)	İyi(3)=11	Orta(2)=6	Kötü(1)=3	
İç Çürüklülüğü (%)-(İÇ)	%5 (20)	0=11	10(1)=6	20(2)=3	İÇ>20(2)=0
Kırılma Durumu-(KD)	%5 (20)	Kolay(3)=11	Orta(2)=6	Zor(1)=3	
Kabukta Yapışma-(KY)	%5 (20)	İyi(3)=11	Orta(2)=6	Kötü(1)=3	

**Çizelge 3.** İç ceviz seçimi için tartılı derecelendirme puanları**Table 3.** Weighted ranked scores for kernel

Meyve Özellikleri	Önem Derecesi (%)	Tartılı Derecelendirme Puanları				
İç Ağırlığı (g)-(İA)	%25 (100)	İA $\geq$ 8=40	8>İA $\geq$ 6=30	6>İA $\geq$ 4=20	4>İA=10	
Randıman (%)-(R)	%25 (100)	R $\geq$ 55=40	55>R $\geq$ 50=30	50>R $\geq$ 45=20	45>R=10	
İç Rengi-(İR)	%20 (80)	Çok Açık(4)=32	Açık(3)=24	Orta(2)=16	Koyu(1)=8	Çok Açık(4)=32
Bütün Çıkma-(BÇ)	%10 (40)	İyi(3)=22	Orta(2)=12	Kötü(1)=6		
Kırılma Durumu-(KD)	%5 (20)	Kolay(3)=11	Orta(2)=6	Zor(1)=3		
İç Dolgunluğu (%) (İD)	%5 (20)	İyi(3)=11	Orta(2)=6	Zor(1)=3		
İç Çürüklülüğü(%)-(İÇ)	%5 (20)	0=11	10(1)=6	20(2)=3	İÇ>20(2)=0	
İçte Büzüşme(%)-(İB)	%5 (20)	0=11	10(1)-20(2)=6	30(3)-40(4)=3	İB>40(4)=0	

Alınan örneklerden meyve ağırlığı (kabuklu), rastgele seçilen 10 meyvenin 0.01 grama duyarlı dijital terazide tartılması ve ortalamasının alınması ile iç ağırlıkları ise meyvelerin içlerinin rastgele seçilen 10 meyvenin 0.01 grama duyarlı dijital terazide tartılıp ortalamasının alınmasıyla belirlenmiştir (Şen, 1983). Kabuklu ağırlığı 8 g'dan, iç ağırlığı 3.5 g'dan ve iç oranı % 40'dan az olan genotipler ön eleme sonucu değerlendirme dışı tutulmuşlardır. Fiziksel analizleri belirlenen ceviz genotiplerinde ve bu şartları



sağlayan genotipler bir yıl daha meyve alınmaya değer bulunmuşlardır. 2. deneme yılında tartılı derecelendirme yöntemine göre 30 genotipten meyve örneği alınmıştır. Hem 1. deneme yılı hem de 2. deneme yılında elde edilen fiziksel veriler son seçimin daha sağlıklı bir şekilde yapılması ve ümitvar genotiplerin belirlenebilmesi için tartılı derecelendirmeye tabi tutulmuştur.

Ham yağ miktarları Soxhlet Metodu ile yüzde (%) analizlenmiştir (Muradoğlu, 2005). Ceviz genotiplerinin agrofenojik periodları gözlem yolu ile belirlenmiştir.

Cevizlerde erkek ve dişi organların aynı ağaçta fakat ayrı çiçekler üzerinde olması ceviz çiçeklerinin (dişi ve erkek çiçeklerin) genel olarak ayrı zamanlarda açmasına sebep olmaktadır. Yani bir ağaç üzerindeki dişi ve erkek çiçeklerin biyolojik olarak olgunlaşmaları ayrı zamanlara rastlayabilmektedir. Aynı ağaç üzerindeki erkek ve dişi çiçeklerin aynı anda olgunlaşması homogeni, aynı ağaç üzerindeki dişi çiçeklerin erkek çiçeklerden daha önce olgunlaşması protogeni, aynı ağaç üzerindeki erkek çiçeklerin dişi çiçeklerden daha önce olgunlaşmasına protandri denir. (Şen, 1986; Pereira, 1988). Seçilen genotipler çiçeklenme durumu bakımından incelenmiştir. Gözlemler ilkbahar gelişme döneminde yapılan gözlemler sonucunda çiçeklenme durumunun belirlenmesinde erkek püsküllerin aktif toz vermesinin (polen dağıtımı) en yoğun olduğu ve dişi çiçeklerin reseptif yani stigma yapraklarının sarı renkten kahverengiyeye döndüğü dönem esas alınmıştır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışma Tefenni yöresi çöğür ceviz ağaçlarından seçilen 10 genotipin pomolojik özellikleri ve fenolojik dönemleri yeniden değerlendirilerek iki deneme yılı verilerinin ortalamaları olacak şekilde hazırlanmıştır. Ümitvar genotiplere ve referans Yavuz-1 çeşidine ait meyve ağırlığı, iç ağırlığı, randıman, meyve eni, meyve uzunluğu, meyve yüksekliği, kabuk kalınlığı ve yağ oranı Çizelge 1. de sunulmuştur. Araştırma sonucunda seçilen ceviz genotiplerinin meyve ağırlıklarının 8.69 (15.TE.018) ile 13.04 (15.TE.013) g arasında değiştiği ve ortalama meyve ağırlığının 10.47 g olduğu saptanmıştır. Meyve ağırlığı 10 g'ın üzerinde 7 genotip elde edilmiştir. İncelenen genotiplerin iç ağırlıkları en düşük 4.87g (15.TE.02) ile en yüksek 6.53g (15.TE.077) olarak bulunmuştur. İç oranları bakımından genotiplerinin %43.70-65.09 arasında yer almış, 6 genotipin ise % 50'nin üzerinde iç randımanına sahip oldukları belirlenmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü bölgeden alınan Yavuz-1 çeşidi ile karşılaştırıldığında, seçilen genotiplerinin iç oranı bakımından yüksek, meyve ağırlığı ve iç ağırlığı bakımından daha düşük meyveler olduğu görülmüştür. Bu seleksiyon çalışmasından elde ettiğimiz sonuçlar daha önce yapılan birçok seleksiyon çalışması sonuçları ile paralellik göstermektedir (Koyuncu ve Görgün, 2003, Koyuncu ve ark., 2005; Orbay ve Pırlak 2016). Iğdır'da yapılan seleksiyon çalışmasında ümitvar seçilen 21 genotipin meyve ağırlıklarının 10.04 ile 15.77 g arasında, iç ağırlıklarının 5.57 ile 7.43 g arasında, iç oranlarının ise %42.87 ile %59.62 arasında değiştiğini bildirilmiştir (Gülsoy ve ark., 2016). Ordu ili Ulubey İlçesi'nde yapılan seleksiyon çalışması sonucunda elde edilen 20 genotipin meyve ağırlıkları 9.95 ile 15.29 g arasında, iç ağırlıkları 5.71 ile 6.82 g arasında değişmiş, iç randıman ise %40 ile %59 arasında bulunmuştur (Balta ve ark., 2017). Genotiplerinin farklı genetik özelliklerinden ve seleksiyon çalışmalarının yürütüldüğü yöreler arasındaki ekolojik farklılıklardan dolayı genotipler arasında meyve ağırlığı ve iç ağırlığı bakımından değişiklikler görülebilmektedir. İç oranı yönünden literatür bulgularıyla karşılaştırıldığında, tarafımızdan selekte edilen genotiplerinin diğer genotiplerle rekabet edebilecek durumda olduğunu söyleyebiliriz.

Seçilen 10 genotipin meyve yükseklikleri 33.00 (15.TE.077) - 42.99 (15.TE.014) mm, meyve enleri 29.61 (15.TE.014)-34.65 (15.TE.013) mm ve meyve uzunlukları 29.35 (15.TE.062)-34.71 (15.TE.013) mm arasındadır. Yavuz-1 çeşidinin ortalama meyve yüksekliği 52.35 mm, meyve eni 37.71 mm ve meyve uzunluğu 38.24 mm'dir. Seçilmiş bütün genotipler meyve iriliği bakımından "ekstra" boyda ve "yuvarlak" meyve şekli sınıfında yer almışlardır. Ünver ve Çelik (2005), tarafından ümitvar kabul edilen 21 tipte meyve uzunluğunun 33.31-47.67 mm, meyve genişliğinin 30.54-39.29 mm ve meyve yüksekliğinin 33.94-

41.37 mm arasında değiştiğini belirtmiştir. Karadeniz (2011), 12 genotipi ümitvar belirledikleri çalışmada meyve boyu 29.54-48.83 mm; meyve eni 26.48-33.88 mm ve meyve yüksekliği 25.38-35.43 mm olarak saptamıştır. Cosmulescu ve ark. (2018), Romanya, Oltenia ceviz popülasyonu üzerinde yaptıkları çalışmada seçtikleri 64 genotipin meyve uzunluğunu 31.17 - 53.60 mm, meyve enini 24.81 - 37.48 mm, meyve boyunu 23.64 - 36.18 mm olarak bulmuşlardır. Meyve boyutları üzerine genotipin ve ekoloji etkileşiminin önemli olduğu bilinmektedir. Çalışmamızda seçilen 10 genotip kabuk kalınlığı bakımından değerlendirildiğinde, en ince kabuk 0.70 mm ile 15.TE.077 genotipinde en kalın kabuk ise 1.65 mm ile 15.TE.062 genotipinde ölçülmüştür. Yavuz-1 eşidinin ortalama kabuk kalınlığı 1.37 mm bulunmuştur. Kabuk kalınlığı, Ceviz seleksiyon çalışmalarında meyve özellikleri yanında, üzerinde fazlaca durulan bir başka özelliktir. Kabuğın kırılmasına doğrudan etkisinin yanında, bu özellik i randımanı ve için kabuktan çıkma durumunu da etkilemektedir. orum'da yapılan bir çalışmada selekte edilen genotiplerin kabuk kalınlığı 0.77 mm ile 1.81 arasında (Karakaya ve ark., 2017), Samsun'da yapılan seleksiyon çalışmasında 0.98 ile 1.65 arasında (Beyhan ve Demir, 2006 ) bulunmuştur. Bu sonuçlara göre bizim çalışmamızda selekte edilen genotiplerin daha ince kabuğa sahip oldukları söylenebilir. Gerek çeşit adaylığı gerekse ışlah çalışmalarında ebeveyn adaylığı için önemli bir özellik olan kabuk kalınlığı bakımından Yavuz-1 çeşidinden daha üstün özellikte 6 adet genotip elde edilmiştir.

Tefenni yöresinden yürütölen çalışmada seçilen 10 genotip ham yağ içerikleri bakımından incelendiğinde % 62.29 (15.TE.013) ile % 70.24 (15.TE.001) arasında değerliği görölmektedir. Isparta-Gelincik yöresinden selekte edilen tiplerde yağ oranı %60.41–67.25 arasında bulunmuştur (Koyuncu ve ark., 2007). Ümitvar olarak seçilen tüm genotiplerde yağ oranı yüksek değerde bulunmuştur ve diğer bazı seleksiyon çalışmalarında görölen düşük yağ oranlı genotiplere rastlanmamıştır. Ümitvar olarak seçilen genotipler randıman yönünden ve yüksek yağ içeriği yönünden, ticari olarak, i ceviz üretimi için uygundur ve çeşit adayı olarak kullanılabilir. Nitekim seçilmiş genotiplerin biri hariç tamamının yağ oranı Yavuz-1 çeşidinden yüksek bulunmuştur (izelge 4).

**Çizelge 4.** Ümitvar seçilen genotiplerin ve Yavuz-1 eşidinin meyvelerinde saptanan bazı fiziksel özellikler

**Table 4.** Physical characteristics of selected promising genotypes and Yavuz-1 variety

Tip No 15.TE.xxx	Meyve Ağırlığı (g)	iç ağırlığı (g)	Randıman (%)	Meyve yükseklıği (mm)	Meyve eni (mm)	Meyve uzunluğu (mm)	Kabuk kalınlığı (mm)	Yağ oranı (%)
001	11.27±0.85	5.46±0.16	48.51±0.93	36.06±0.83	31.34±1.02	33.31±1.13	1.39±0.05)	70.24
002	10.38±0.42	4.87±0.41	47.07±0.75	35.16±0.71	30.57±0.84	30.94±0.99	1.42±0.12	65.67
013	13.04±1.01	5.79±0.34	44.45±1.02	38.34±0.95	34.65±0.92	34.71±0.55	1.56±0.07	62.29
014	10.89±0.46	6.12±0.28	56.19±0.47	42.99±0.58	29.61± 0.49	30.60±1.68	1.15±0.04	67.75
017	9.46±0.63	6.07±0.42	65.05±1.18	40.62±0.87	32.54±0.73	32.18±0.85	0.70±0.09	64.89
018	8.69±0.51	5.74±0.54	64.89±0.86	38.60±1.23	30.12±0.61	30.43±1.06	0.92±0.11	63.41
056	8.95±0.33	5.23±0.37	59.12±1.22	37.25±0.94	29.48±1.18	29.69±0.57)	1.05±0.02	63.56
062	11.23±0.55	4.91±0.29	43.70±0.43	34.70±1.12	29.86±1.05	29.35±0.28	1.65±0.08	65.79
077	10.03±0.26	6.53±0.33	65.09±0.83	33.00±0.80	30.75±0.66	31.45±0.42	0.88±0.05	66.06
078	10.79±0.19	5.50±0.67	51.57±0.62	36.30±1.24	29.90±0.84	31.64±0.78	1.07±0.11	62.55
Yavuz-1	16.59±1.95	8.28±1.11	49.94±2.05	52.35±3.74	37.71±3.23	38.24±3.15	1.37±0.10	63.38
Minimum	8.69	4.87	43.70	33.0	29.48	29.35	0.70	70.24
Maksimum	13.04	6.53	65.05	42.99	34.65	34.71	1.65	62.29
Ortalama	10.47	5.62	54.56	37.30	37.07	31.43	1.17	65.22

Seçilen ceviz genotiplerinin meyvelerine ait bazı fiziksel özellikler izelge 5'te sunulmuştur. Genotipler kabuklu meyve iriliği bakımından ekstra boyda ve yuvarlak meyve şeklinedir. Koyuncu ve ark., (2005), Yıldırım ve ark. (2005) ve Reis (2010) tarafından yapılan çalışmalarda, seçilen genotiplerin ekstra boyda olduklarını bildirmişlerdir. i renk değerlendirmesinde, seçilen 10 genotipin 7'si "açık", 3'ü

“esmer” ve Yavuz-1 (KR-2) ise “esmer” olarak bulunmuştur. Akça ve Köseoğlu (2005) yaptıkları çalışmada kabuk rengini % 63 “açık”, % 25 “esmer” bulmuş olup bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Kabuk pürüzlülüğü açısından bakıldığında, seçilen 10 genotipin % 50’si “pürüzlü”, % 50’si “orta” ve Yavuz-1 ise “pürüzlü” olarak bulunmuştur. Kabuk pürüzlülüğünün ağırlıklı olarak pürüzlü ve orta çıkması kabuk görünümünü olumsuz etkilemektedir. Kabukta yapışma durumuna göre ümitvar 10 genotipin % 80’i “iyi”, % 20’si “orta” ve Yavuz-1 ise “iyi” olarak bulunmuştur. Kabukta yapışmanın iyi ve orta olması tüketici açısından avantajlıdır ve kabuklu ceviz satışında avantaj oluşturmaktadır. Kırılma durumuna göre seçilen genotiplerin % 70’i “zor”, % 30’u “orta” ve Yavuz-1 ise “zor” olarak bulunmuştur.

**Çizelge 5.** Ümitvar seçilen genotiplerin ve Yavuz-1 çeşidinin meyvelerinde saptanan bazı fiziksel özellikleri

**Table 5.** Physical characteristics of selected promising genotypes and Yavuz-1 variety

Tip No 15.TE. xxx	Meyve şekli*	Meyve iriliği*	Kabuk rengi	Kabuk pürüzlülüğü	Kabukta yapışma	Kabuk kırılma	İç dolgunluk	İç rengi	İç çürük oranı (%)	İçin bütün çıkma durumu	İçte büzüşme (%5)
001	Y	E	Esmer	Pürüzlü	İyi	Zor	İyi	Açık	0	Kötü	0
002	Y	E	Açık	Orta	İyi	Zor	İyi	Açık	10	İyi	10
013	Y	E	Açık	Pürüzlü	İyi	Zor	Orta	Çok açık	0	İyi	0
014	Y	E	Esmer	Orta	İyi	Orta	İyi	Çok açık	0	İyi	0
017	Y	E	Esmer	Orta	Orta	Orta	Orta	Açık	10	İyi	0
018	Y	E	Açık	Pürüzlü	Orta	Orta	İyi	Açık	0	İyi	10
056	Y	E	Açık	Pürüzlü	İyi	Zor	İyi	Açık	0	İyi	10
062	Y	E	Açık	Orta	İyi	Zor	İyi	Açık	0	Kötü	0
077	Y	E	Açık	Orta	İyi	Zor	İyi	Açık	0	Kötü	0
078	Y	E	Açık	Pürüzlü	İyi	Zor	İyi	Açık	0	İyi	0
Yavuz-1	Y	E	Esmer	Pürüzlü	İyi	Zor	Kötü	Açık	10	İyi	20

\* Y: yuvarlak, E: ekstra

Çiçek ve ark., (2020) tarafından Diyarbakır-Hani’de yapılan seleksiyon çalışmasında ümitvar olarak bulunan 19 genotipin kabuk kalınlıkları 1.47 ile 2.03 mm arasında bulunmuştur. Kırılma durumunun orta ve zor olması kabuklu tüketim açısından dezavantajlı bir durumdur. Bu meyvelerin mekanik yollarla kırılarak iç ceviz olarak tüketime sunulabilmeleri ticari olarak mümkündür. Ceviz ticari değerini olumlu yönde etkileyen en önemli özelliklerden birisi meyve içlerinin kabuğu tam olarak doldurmalarıdır. Araştırma genotiplerinin iç dolgunluğu durumu 8 genotipte “iyi”, 2 genotipte “orta” ve Yavuz-1 çeşidinde ise kolay olduğu tespit edilmiştir. Genotiplerimiz iç rengi olarak çok iyi durumda olup ümitvar 10 genotipin % 80’i “açık”, % 20’si “çok açık” renkli ve Yavuz-1 çeşidi ise “açık” olarak belirlenmiştir. Demir ve ark. (2019) Kahramanmaraş Afşin’de yaptıkları seleksiyon çalışmasında elde edilen 14 genotipten 7’sinin “açık sarı” 6’sının “sarı” ve 1’inin “koyu” meyve iç rengine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Aydın-Karacasu’ da yapılan başka bir seleksiyon çalışmasında ise ümitvar genotiplerin 18 adeti “açık”, 5 adeti “çok açık” ve 3 genotip “koyu” olarak sınıflandırılmıştır (Oruç, 2020). Yeni çeşitlerde açık renkli iç oranının en az % 50 olması yeterli görülmüştür (Serr, 1962). Seçilen genotipler bu açıdan değerlendirildiğinde iç dolgunluğu ve iç rengi özellikleri yönünden oldukça iyi durumdadır ve çeşit adayı olarak kullanılabilir. İç çürüklüğü 10 ümitvar genotipte % 2 ve Yavuz-1 ise % 10 oranındadır. İçte büzüşme seleksiyon genotiplerinde % 3 ve Yavuz-1 ise % 20 oranındadır. Ceviz içinin parçalanmamış olarak çıkması yönünden seçilen genotipler iyi özelliğe sahiptirler. Bu çalışmada seçilen 10 genotipin % 70’i iyi, % 30’u kötü ve Yavuz-1 ise iyi durumdadır.

Meyve yetiştiriciliğinde fenolojik dönemler ve dölleme biyolojisi büyük önem taşımaktadır. Cevizlerde dikogami oldukça yaygın şekilde görülmektedir. İslah çalışmalarında da çeşit adaylarının çiçeklenme dönemlerinin ve durumlarının bilinmesi önemli kriterlerden birisidir. Tefenni yöresinden selekte edilen genotiplerin fenolojik özellikleri Çizelge 6’da gösterilmiştir.

**Çizelge 6.** Ümitvar genotiplerin fenolojik özellikleri**Table 6.** Phenological characteristics of promising genotypes

Tip No 15.TE.xx	Erkek püsküllerin sayısı	Erkek çiçeklenme tarihi	Dişi çiçeklenme tarihleri	Çiçeklenme durumu	Meyvelerin olgunlaşma zamanı	Yan dallardaki Meyve Tutum Oranı (%)
01	Çok (7)	20 Nisan Çok Erken (1)	2 Mayıs Geç (7)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	55
02	Orta (5)	24 Nisan Erken (3)	28 Nisan Orta (5)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	50
13	Çok (7)	26 Nisan Orta Erken (4)	2 Mayıs Geç (7)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	60
14	Orta (5)	2 Mayıs Geç (7)	5 Mayıs Çok Geç (9)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	50
17	Orta (5)	30 Nisan Orta Geç (6)	2 Mayıs Geç (7)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	50
18	Az (3)	24 Nisan Erken (3)	30 Nisan Orta Geç (6)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	45
56	Az (3)	20 Nisan Çok Erken (1)	28 Nisan Orta (5)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	45
62	Orta (5)	28 Nisan Orta (5)	2 Mayıs Geç (7)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	50
77	Orta (5)	22 Nisan Çok Erken (1)	26 Nisan Orta Erken (4)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	50
78	Orta (5)	26 Nisan Orta Erken (4)	30 Nisan Orta Geç (6)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	50
Yavuz-1	Çok (7)	2 Mayıs Geç (7)	6 Mayıs Çok Geç (9)	Protandri (1)	25-30 Eylül Orta(5)	55

Genotipler püskül sayısı bakımından değerlendirildiklerinde 15.TE.001 ve 15.TE.013 genotipleri 7 puan olarak Yavuz-1 çeşidiyle beraber “çok” sınıfındadırlar. Erkek çiçeklenme tarihleri 20 Nisan-2 Mayıs arasında değişmiştir. Yörede en çok yetiştirilen çeşit olan Yavuz-1'in erkek çiçeklenme tarihi “geç” sınıfında olup 2 Mayıs tarihinde gerçekleşmiştir. Aynı tarihte 15.TE.03 genotipi de erkek çiçeklenmesiyle “geç” sınıfına dahil olmuştur. 15. TE.014 genotipi ve Yavuz-1 (KR-2) çeşidi dişi çiçeklenme tarihi “çok geç” olan sınıfta yer almıştır. Bunun dışında 4 genotip dişi çiçeklenme tarihi bakımından “geç” sınıfında tanımlanmıştır. Dişi çiçeklenme tarihleri 26 Nisan-5 Mayıs arasında değişmiştir. Özellikle Tefenni gibi don riskinin yüksek olduğu bölgelerde geç çiçeklenme tarihine sahip olan genotipler çok önemlidir. Seçilen genotiplerin geçci ve çok geçci olmaları önemli olup çalışmamız bu yönüyle kıymetli veriler içermektedir. Akça ve Köroğlu (2005), Çorum İskilip ilçesi ceviz popülasyonunda 2002 yılında yapılan çalışmada, dişi çiçeklenme zamanı 4-15 Mayıs, erkek çiçeklenme zamanı 2-14 Mayıs arasındaki dönemi kapsadığını belirlemişlerdir. Khub ve ark. (2015), İran'ın batı bölümünde ceviz gen kaynakları üzerindeki çalışmada çiçeklenme periyodu (10-16) Nisan - (13-16) Mayıs kadarki dönemde meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada selekte edilen genotiplerin hepsi “protandri” özelliği göstermektedir. Ermenek'te yapılan seleksiyon çalışmasında seçilen 16 tipten 14'ü protandri, 2'si ise protogeni çiçeklenme göstermiştir (Oğuz ve Aşkın, 2007). Kemah'ta yürütölen ceviz seleksiyon çalışmasında ümitvar olarak tespit edilen 9 genotipten 3'ü homogami, 3'ü protandri ve 3'ü protogeni çiçek özelliğindedir. (Bilgen,2012). Hekimhan'da yürütölen seleksiyon çalışmasında 11 genotipten 2'si protogeni, 9'u protandridir (Gerçekçioğlu ve ark., 2019). Bizim çalışmamızda selekte edilen genotiplerinin hepsinin çiçeklenme durumunun “protandri” göstermesi dikkat çekici bir durumdur. Yavuz-1 çeşidinin ve tüm genotiplerin meyvelerinin olgunlaşma zamanı 25-30 Eylül arasında gerçekleşmiş olup meyvelerin olgunlaşma zamanına göre “orta” sınıfına girmişlerdir. Yan dallardaki meyve tutumu %45 ile % 60 arasında değişmektedir. Yan dal verimliliği ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında Akça ve şen (1995) % 49,

Akkuzu ve Çelik (2001) % 0-43; Yıldız (2016) % 30-80, %20-75 (Oruç, 2020) arasında bulmuşlardır. Koyuncu ve ark., (2005), Isparta-Gelincik yöresinden selekte ettikleri ümitvar seçilen genotiplerin yan dalda dişi çiçeklenme oranı %62 (32 GEL 19) ve %90 (32 GEL 21) arasında değişmiştir. Üstün bir ceviz çeşidinin hem tepe hem de yan dallarda meyve vermesi istenmektedir (Balta ve ark., 2005). Seleksiyon genotiplerimizde yan dal verimliliği literatür bulgularıyla uyum içerisindedir.

## SONUÇ

Meyvecilikte mevcut bitkisel gen kaynaklarının değerlendirilmesi ve korunması için seleksiyon ıslahı oldukça önemlidir. Tefenni (Burdur) yöresinden selekte edilen genotipler, önemli meyve özellikleri yönünden topluca değerlendirildiğinde; diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında, ölçülebilen özellikleri açısından, yüksek kalitede değerlere sahip oldukları görülmektedir. Ümitvar seçilen 10 genotip oldukça iyi değerlere sahip olsa da 15.TE.077, 15.TE.014, 15.TE.001, 15.TE.017 numaralı genotipler pomolojik özellikleri ve yağ içerikleri bakımından öne çıkmışlardır. Bu çalışmanın bilimsel anlamda bu bölgede yapılan ilk ve detaylı seleksiyon çalışması olması ve yörenin ceviz yönünden çok zengin bir genetik çeşitliliğe sahip olduğunu göstermesi çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Yürütülen bu çalışmanın, yörede yapılacak daha detaylı çalışmalara yol gösterici olabileceği ve genetik kaynakların korunması ve ıslahına katkı sağlayabileceğini düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

- Acar S, A. Kazankaya. 2020. Batman yöresinden selekte edilen cevizlerin (*Juglans regia* L.) bazı meyve özellikleri ile makro-mikro element düzeyleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30(2): 243-251.
- Akça, Y. ve S.M. Şen. 1994. Studies on selection of walnut (*Juglans regia* L.) in Gürün. Progress in Temperate Fruit Breeding, 179-181.
- Akça, Y. 2005. Türkiye’de yürütülen ceviz seleksiyon ıslahı çalışmalarının değerlendirilmesi ve seleksiyon ıslahında kullanılan karakterlerin tanımlanması. Bahçe, 34(1): 29-34.
- Akça, Y. 2009. Ceviz Yetiştiriciliği. ISBN: 975-97498-07, Ankara, 371s.
- Akça, Y. ve E. Köroğlu. 2005. İskilip ceviz popülasyonu içerisinde üstün özellikli ceviz tiplerinin seleksiyon yolu ile ıslahı. Bahçe. Ceviz 34 (1): 41- 48.
- Akkuzu, H.E. ve M. Çelik. 2001. Bazı ceviz çeşitlerinin (*J. regia* L.) Ankara koşullarında fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu. 5–8 Eylül 2001, Tokat, Ceviz Yetiştiriciliği: 69-75.
- Anonim 1991. Türk Standartları Enstitüsü Kabuklu Ceviz Standartı. TS 1275, Ankara.
- Anonim 2021a. FAO Country Indicators. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Ziyaret Tarihi: 27.03.2021].
- Anonim 2021b. Bitkisel Üretim İstatistikleri Veritabanı, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> [Ziyaret Tarihi: 27.03.2021].
- Balta, F., F. Muradoğlu ve K. Yıldız. 2005. Cevizlerde terminal ve lateral sürgünler üzerinde oluşan meyvelerin pomolojik olarak karşılaştırılması. Bahçe Ceviz. 34 (1): 91-99.
- Balta, M.F., A.R. Taşçı ve O. Karakaya. 2017. Ulubey (Ordu) ilçesinde yetiştirilen bazı ceviz genotiplerinin pomolojik özellikleri. Bahçe, 46 (Özel Sayı 2): 65-69.
- Bayazıt, S. 2011. Bazı ceviz (*Juglans regia* L.) genotiplerinin Yayladağı (Hatay) koşullarındaki fenolojik özellikleri ve yan dal verimliliği. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Dergisi, 42 (2): 95-102.
- Bayazıt, S., H. Tefek ve O. Çalışkan. 2016. Türkiye’de ceviz (*Juglans regia* L.) araştırmaları. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (1):169-179.
- Beyhan, N. and T. Demir. 2006. Selection of promising walnut genotypes in Samsun province in Turkey. Journal of Agronomy, 5(3):435–439.

- Bilgen, Y. 2012. Kemah Cevizlerinin (J. regia L.) Seleksiyon Yolu İle Islahı. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Cosmulescu, S., D. Stefanescu and M.B. Lonescu. 2018. Genetic diversity among Juglans regia genotypes based on morphological characters of nut. Erwerbs-Obstbau, 137–143.
- Çiçek, M., E. Gülsoy ve R. Aslantaş. 2020. The determination of promising genotypes in native walnut (Juglans regia L.) populations of Hani (Diyarbakır) district. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(2), 520-525.
- Demir, M.İ., M. Sütyemez, A. Özcan ve Ş.B. Bükücü. 2019. Kahramanmaraş Afşin İlçesi ceviz (Juglans regia L.) popülasyonu içerisinde ümitvar genotiplerin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 22 (Ek Sayı 1): 91-97. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.550906
- Gerçekcioğlu, R., N. Gültekin, Y. Bayındır ve Ö. Özatasever. 2019. Hekimhan yöresinde ceviz (Juglans Regia L.) genotiplerinin seleksiyonu. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 8(3), 70-81.
- Gülsoy, E., T. Kaya, M. Şimşek ve M. Pehlivan. 2016. İğdır yöresi cevizlerinin (Juglans regia L.) seleksiyonu. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1): 25-30.
- Gün, A., A. Kazankaya, H.İ. Oğuz, A. Doğan ve F. Çelik. 2004. A study on the determination of fruit characteristics of some promising types of walnut (Juglans regia L.) selected from population grown in Bayındır district of İzmir province. V. International Walnut Symposium, November 9-13, Sorrento (Naples)-Italy.
- İsfendiyaroğlu, M. ve E. Özeker. 2002. Ceviz çeliklerinde köklenme kofaktörleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39(1):1-8.
- Karadeniz, T. 2011. Ordu Yöresinde yetiştirilen ceviz genotiplerinin (Juglans regia L.) seleksiyonu. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 64-72.
- Karadeniz, T. ve E. Güler. 2017. Cumhuriyetin ilk yıllarından günümüze ceviz yetiştiriciliği. Bahçe 46 (Özel Sayı 2): 53–56.
- Karakaya, O., M. Balta ve L.B. Uçar. 2017. Çorum merkez ilçeden selekte edilmiş bazı ceviz genotiplerinin meyve özellikleri. Bahçe, 46(Özel Sayı 2): 241-245.
- Khub, A.K. and A. Ebrahimi. 2015. The variability in walnut (*Juglans regia* L.) germplasm from different regions in Iran. Acta Physiologiae Plantarum, 37:57.
- Koyuncu, M.A. ve M.A. Aşkın. 1997. Van gölü çevresinde yetiştiriciliği yapılan bazı ceviz tiplerinin depolanması üzerine çalışmalar. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 785-796.
- Koyuncu, F., F.A. Yıldırım, M.A. Koyuncu ve F. Tosun. 2005. Isparta yöresindeki üç farklı ceviz popülasyonunun fenolojik özelliklerinin ıslah açısından incelenmesi. Bahçe Ceviz, 34(1), 123-132.
- Koyuncu, M.A. ve M.A. Aşkın. 1995. Bitlis İli Adilcevaz yöresinde seçilmiş ümitvar ceviz tiplerinin bazı bileşim maddelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Adana 1, 475-478.
- Koyuncu, M.A. ve O. Görgün. 2003. Ağlasun (Burdur) Yöresi cevizlerinin ön seleksiyonu. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 8-12 Eylül, Antalya, 298-300.
- Koyuncu, M.A., F. Koyuncu, F.A. Yıldırım, T. Dilmaçunal ve E. Vural. 2005. Gelincik (Isparta) doğal ceviz genotiplerinin yan dal verimliliği ve meyve özelliklerinin belirlenmesi, Bahçe Ceviz, 34(1), 73-82.
- Muradoğlu, F. 2005. Hakkari Merkez İlçe ve Ahlat (Bitlis) Yöresinde Tohumdan Yetiştirilmiş Ceviz (*Juglans regia* L.) Popülasyonunda Genetik Değişkenlik ve Ümitvar Genotiplerin seleksiyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Van.
- Muradoğlu, F., F. Çetin ve E. Güler. 2017. Seben (Bolu) yöresi ceviz (*Juglans regia* L.) yetiştiriciliğinin sorun ve çözüm önerileri üzerine genel bir bakış. Bahçe 46 (Özel Sayı 2): 255–260.
- Oğuz, H.İ. ve A. Aşkın. 2007. Ermenek yöresi cevizlerinin (Juglans regia L.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerine bir araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 17(1): 21-28.
- Orbay, S.K. ve L. Pırlak. 2016. Konya il merkezinde 2014 yılı ilkbahar donlarından zarar görmeyen ve kaliteli ceviz (*Juglans regia* L.) tiplerinin seleksiyonu. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3(1), 68-75
- Oruç, G. 2020. Aydın ili Karacasu İlçesi Ceviz (*Juglans regia* L.) Genotiplerinin Seleksiyonu. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi 163 sf.

- Ölez, A.H. 1971. Marmara Bölgesi Cevizlerinin (*Juglans regia* L.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde araştırmalar. Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi Dergisi, Yalova,4(1-4): 7-21.
- Özkan, G. ve M.A. Koyuncu. 2005. Physical and chemical composition of some walnut (*Juglans regia* L) genotypes grown in Turkey. *Grasas Aceites*, 56(2), 141-146.
- Polat, M., V. Okatan ve S.F. Güçlü. 2015. Determination of some physical and chemical properties of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in the central district of Bitlis/Turkey.-Scientific Papers. Series B. Horticulture, 59, 81-86.
- Reis, S. 2010. Trabzon İli Cevizlerinin (*Juglans regia* L.) Seleksiyon Yolu İle Islahı. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 57s, Ordu.
- Serr, E.F. 1962. Selecting suitable walnut varieties. California Agricultural Experiment Station, Davis, California, 144p.
- Şen, S.M. 1983. Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi cevizlerinin seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi*, D(2-7):163-170.
- Şen, M.S. 2005. Türkiye'de cevizin dünü, bugünü ve yarını. *Bahçe Ceviz* 34 (1): 15–27
- Şimşek, M. 2016. Türkiye'de ceviz *Juglans regia* L. üretimi ve yapılan seleksiyon çalışmaları konusunda bir araştırma. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 19-25.
- Şimşek, M. E. Gülsoy, O. Beyhan, A. Osmanoğlu ve Y. Turgut. 2017. Determination of some botanical, phenological, physical and chemical characteristics of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes grown in Turkey, *Applied Ecology And Environmental Research* 15(3):1279-1291.
- Tekintaş, F. ve E. Ertan. 2017. Ceviz yetiştiriciliğinde temel sorunlar ve ara tarım olanakları. *Bahçe* 46 (Özel Sayı 2): 29–32.
- USDA, 2005. ARS, national genetic resources program. germplasm resources information network-(grin). (online database). national germplasm resources laboratory, beltsville, maryland. Available: <http://www.ars.gov/cgi-bin/npgs/html/taxdump.pl?juglans>
- Ünver, H. ve M. Çelik. 2005. Ankara Yöresi cevizlerinin (*Juglans regia* L.) seleksiyon yoluyla ıslahı. *Bahçe Ceviz* 34 (1): 83 – 89.
- Ünver, H., M. Sülüoğlu Durul. 2017. Kocaeli yöresi cevizlerinin (*Juglans regia* L.) ön seleksiyonu. *Bahçe*, 46 (Özel Sayı 2), 109-112.
- Varol, E., E. Gülsoy ve R. Aslantaş. 2020. ümitvar ceviz (*Juglans regia* L.) genotiplerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: Türkiye, Kars-Kağızman Yöresi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 17-22.
- Yarılgaç, T., M. Balta, H.İ. Oğuz ve A. Kazankaya. 2005. Muş Yöresi cevizlerinin (*Juglans regia* L.) seleksiyonu. *Bahçe Ceviz* 34 (1): 109 – 115.
- Yıldırım, F., M.A. Koyuncu, F. Koyuncu, A.N. Yıldırım ve Ö. Çağatay. 2005. Yalvaç Yöresi (Isparta) ceviz tiplerinin seleksiyon yolu ile ıslahı. *Bahçe Ceviz* 34 (1): 63 – 72.
- Yıldırım, A.N., E. Tekintaş ve F. Koyuncu. 2007. Isparta Bölgesinde geç çiçeklenen ve üstün nitelikli meyve veren badem (*Prunus amygdalus* Batsch.) genotiplerinin seleksiyonu. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1/2): 39-48.
- Yıldız, A. 2016. Mucur doğal ceviz popülasyonunun (*Juglans regia* L.) seleksiyon yolu ile ıslahı. Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 97s, Yozgat.





## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):557-567  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.869843>

Özge KOZALI<sup>1,2\*</sup> 

Mehmet MERT<sup>3</sup> 

Mehmet Ziya FIRAT<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 07070, Antalya, Turkey

<sup>2</sup> Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Hayvansal Üretim Teknolojileri, 51240, Bor, Niğde, Turkey

<sup>3</sup> Akdeniz University, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, 07070 Antalya, Turkey

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[ozgekozakli94@hotmail.com](mailto:ozgekozakli94@hotmail.com)

**Anahtar sözcükler:** Etlik Piliç, Zaman Serisi Analizi, Box-Jenkins Stratejisi, Öngörü, SARIMA, Mevsimsel Birim Kök

**Keywords:** Broiler Chick, Time Series Analysis, Box-Jenkins Strategy, Forecasting, SARIMA, Seasonal Unit Root

## Türkiye etlik piliç üretiminin zaman serisi yöntemi ile modellenmesi

Modeling of Turkey's broiler chick production using time series method

Alınış (Received): 28.01.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 19.04.2021

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, Türkiye İstatistik Kurumu tarafından paylaşılan aylık etlik piliç üretim sayıları kullanılarak 2021 yılına ait aylık üretim miktarlarını öngörmektir.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırmanın veri setini, Türkiye İstatistik Kurumu'nun paylaşmış olduğu 2013 Ocak ayından başlayan, 2020 Kasım ayında son bulan etlik piliç üretim sayıları oluşturmaktadır. Bahsedilen veri seti 94 değere sahip bir zaman serisidir ve Box-Jenkins model belirleme stratejisi kullanılarak Eviews 11 programı yardımı ile modellenmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Klasik zaman serisi varsayımlarını sağlayan en uygun modelin  $SARIMA(1,0,1)(0,1,0)_{12}$  modeli olduğuna karar verilmiştir. Parametreleri tahmin edilen model yardımı ile 2021 yılına ait aylık üretim öngörü değerleri elde edilmiştir.

**Sonuç:** Çalışma sonucunda 2021 yılında 1 353 245 283 adet etlik piliç üretileceği öngörülmüştür. Etlik piliç üretiminin, 2021 yılında 2020 yılına göre yaklaşık olarak %0.019 daha fazla olması beklenmektedir.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to forecast the amount of production for the year 2021 by using the monthly broiler chicks production values as reported by the Turkish Statistical Institute.

**Material and Methods:** The data set of the study as reported the Turkish Statistical Institute that consists of the quantities of broiler chick production from January 2013 to November 2020 were used. The obtained data set was a time series with 94 values and modelled by using the Eviews 11 software and the Box-Jenkins modelling strategy was applied.

**Results:** It was decided that the most suitable model that satisfies the classical time series assumptions was the  $SARIMA(1,0,1)(0,1,0)_{12}$  model. The model parameters were then used to forecast monthly production values for 2021.

**Conclusion:** As a result of the study, it was forecasted that the production of broiler chicks will be 1 353 245 283 in 2021. Broiler chicken production is expected to increase approximately 0.019% in 2021 as compared to 2020.

## GİRİŞ

Etlik piliç yetiştiriciliği; üretim süresinin kısa ve yemden yararlanma yeteneğinin yüksek olması nedeni ile tercih edilen bir üretim faaliyetidir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2009). Dünyada artan nüfus, değişen tüketici tercihleri ve üretimdeki teknolojik gelişmeler ile birlikte etlik piliç üretimi de artış göstermektedir (Tümer, 2018). Türkiye’de 1970’li yıllarda küçük aile işletmeciliği olarak başlayan etlik piliç yetiştiriciliği, 1990’lı yıllarda sözleşmeli üretimin yaygınlaşması ile birlikte önemli gelişme göstermiştir (Çobanoğlu vd., 2003). Etlik piliç yetiştiriciliği 1990’lı yıllara sağlam bir alt yapıyla girmiş, özellikle 1990-2000 yılları arasında yıllık ortalama büyüme hızı %14.4 olmuştur (Çiçek ve Tandoğan, 2007). Ancak 2001 yılında tırmanan ekonomik kriz sonucu üretimde 2000 yılına göre %10 oranında bir gerileme meydana gelmiştir. Bu gerilemenin 2003 yılında yapılan atak ile sona erdiğini, 2004-2005 yıllarında da gelişmenin devam ettiğini söylemek mümkündür (Çiçek ve Tandoğan, 2007). Türkiye’de piliç eti üretimi 2009 yılında bir önceki yıla göre %19.4 oranında gerçekleşen artış, en büyük artış oranı olarak kayıt edilmiştir. Türkiye’ye coğrafi olarak yakın olan ülkelerin 2008 yılı ortalarından itibaren etlik piliç ithalatını Türkiye’den yapmaya başlaması, 2009 yılında Türkiye piliç eti üretiminin artmasında en büyük sebep olarak görülmektedir. 2013 yılına gelindiğinde kesilen etlik piliç sayısı 1 milyon adedi geçmiştir. (Çiçekgil, 2017; Cihangir, 2020). Dünyada etlik piliç sektörü, 2014 yılının son aylarından 2015 yılının ortalarına kadar kuş gribi salgınıyla uğraşmıştır (USDA, 2016). Türkiye etlik piliç ihracatı ise, kuş gribi kaynaklı ticaret kısıtlamalarından daha fazla etkilenmiş olup, 2015 ve 2016 yılında önemli ölçüde düşüş göstermiştir (TAGEM, 2018). Çiçekgil ve Uzun (2016), Türkiye’de etlik piliç ithalatı, 2005 yılına göre 2015 yılında yaklaşık 5.5 kat artarak rekor seviyesine ulaştığını belirtmişlerdir. Brezilya’nın Suudi Arabistan ve Birleşik Arap Emirliklerine 2017 yılında yaptığı piliç eti ihracatında düşüş yaşanması, bu ülkelerin Türkiye’den gerçekleştirdiği piliç eti ihracatında önemli artışlar meydana getirmiştir. Piliç eti ihracatı 2017 yılında rekor seviyesine ulaşmış, ancak değer olarak 2014 yılının altında kalmıştır (TAGEM 2018). Katar’ın 2018 yılında bölgesel ticaret kısıtlaması ve Suudi Arabistan’ın uyguladığı ticari yasaklar nedeniyle, büyük ihracatçılardan olan Brezilya ve ABD’nin ihracat artışını sınırlandırmıştır (USDA 2018). Bu durumun sonucu olarak; coğrafi yakınlık, müslüman ülke olmaları gibi avantajlara da sahip olan Türkiye’nin söz konusu ülkelere ihracatını 2018 yılında artırmıştır (Tunalıoğlu, 2015). Bu durum 2018 yılında gerçekleşen üretim artışını desteklemektedir. (TEPGE, 2018). Eşidir ve Pirim (2013), Türkiye’nin dünyada en çok beyaz et üreten ilk 20 ülke içerisinde olduğunu vurgulamışlardır. BESD-BİR verilerine göre 2019 yılında beyaz et üretiminde Türkiye 2 milyon ton üretim ile 10. sırada yer almıştır.

Dünyada ve Türkiye’de etlik piliç üretimini teknik ve ekonomik yönden inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (Lucy, 1990; Ertürk, 2001; Çobanoğlu vd., 2002; Çiçek and Tandoğan, 2007; Rajendran vd., 2008; Singh vd., 2010; Yeni, 2012; Tandoğan, 2014). Keskin ve Demirbaş (2012), Türkiye’nin etlik piliç üretiminde ABD ile rekabet edebilecek kadar hızlı gelişme gösterdiğini belirtmişlerdir. BESD-BİR verilerine göre Türkiye’de 2019 yılında, kişi başına düşen kanatlı et miktarı 21 kg’a yükselmiş ve dünya sıralamasında Türkiye 11. sırada yer almıştır. Son yıllarda etlik piliç tüketimi ve ihracatı hızla büyüyen Türkiye, günümüz itibarıyla söz konusu talebi karşılayacak üretim kapasitesine ve teknolojiye sahip olan bir ülkedir (Cihangir, 2020). Hekimoğlu ve Altındağ (2009), kırmızı et maliyetlerinin artması ile beyaz et üretiminin artışına vurgu yapmışlardır. Tümer vd (2018) etlik piliç üreticilerinin faaliyetten memnuniyetine yönelik çalışmalarında karar vericilerin gençleri etlik piliç üretimine teşvik edecek önlemleri almaları ve uygulamalarının oldukça önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye’de tavuk eti sektörü yıllara göre gelişme gösteren, ülke ekonomisinde oldukça önemli paya sahip bir ticaret faaliyet alanıdır. Bu nedenle tavuk eti sektöründeki üretim-tüketim ve pazarlama yapısını ortaya koyacak ekonometrik çalışmalara ihtiyaç vardır (Dağdemir vd., 2004; Aşkan ve Dağdemir, 2017).

Literatürde çeşitli ülkelere ait hayvansal üretim miktarlarının, zaman serisi yöntemi ile modellendiği çalışmalar bulunmaktadır (Gürçan ve Cenani, 2011; Çelik, 2012; Paul vd., 2013; Özen vd., 2019). Ancak Türkiye etlik piliç üretiminin geçmiş yıllardaki verileri kullanılarak gelecek dönemlerin öngörüsünün

yapıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye etlik piliç üretiminin mevcut yapısını inceleyerek modellemek, parametreleri tahmin ederek süreci en iyi temsil edebilecek tek değişkenli zaman serisi modeli geliştirmek, geliştirilen modeli kullanarak geleceğe yönelik öngörülerde bulunmaktır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Etlik piliç üretimi 2013 yılından daha önce başlamış olmasına rağmen TÜİK kayıtları 2013 yılında başlamıştır. Bu neden ile 2013 yılından önceki kayıtlar mevcut değildir. En son yayınlanan bilgiler 2020 yılının Kasım ayına aittir. Bu nedenle çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu'nun aylık frekansta 2013M1-2020M11 tarihleri arasında 2020 Ocak ayında paylaştığı Türkiye etlik piliç adetlerine ait zaman serisi kullanılmıştır. Analizler Eviews 11 Programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Zamanın bir fonksiyonu olarak elde edilmiş bir seride hem otoregresif hem de hareketli ortalama süreçleri birlikte yer alabilir. Bu birlikte oluşan süreci tanımlamak için genelde (Bütünlenen Otoregresif Hareketli Ortalama) ARIMA modelleme tekniği kullanılmaktadır. ARIMA olarak ifade edilen sürecin ifade edilişi ARIMA(p,d,q) şeklindedir. Bu modelde zaman serisinin p dereceden kendisinin gecikmesi ile ilişkisini ifade eden AR(p) sürecini içerdiğini, q dereceden gecikme ile hata terimlerinin geçmiş hata değerleri ile ilişkisini ifade eden MA(q) sürecini ve bunlara ek olarak trendin varlığını gösteren bir tanımlama şeklindedir. Mevsimsel Box-Jenkins modellerinin istatistiksel analizleri mevsimsel olmayan Box-Jenkins modelleriyle aynı mantıkla yapılmaktadır. Bu mevsimsel modeller mevsimsel otoregresyon (SAR), mevsimsel hareketli ortalama (SMA), ve mevsimsel otoregresif hareketli ortalama (SARMA) modelleri olmaktadır. Mevsimsel süreçlerin en genel gösterimi SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub> ile mevsimsel etkileri de içerecek şekilde daha geniş bir tanımlama yapılmaktadır. Bu modelde; P mevsimsel otoregresif gecikme sayısını, Q hata terimine ait mevsimsel otoregresif gecikme sayısını, D mevsimsel fark sayısını, d mevsimsel olmayan fark sayısını, s mevsimselliğin periyodunu ifade etmektedir (Berk, 2008).

Tek değişkenli zaman serisi modelleri hem stokastik hem de deterministik unsur barındıran modellerden biridir. Bağımlı değişken açıklanırken sadece kendi gecikmeli ve hata terimine ait gecikme değerleri bulunması sebebi ile sağlanması gereken ön koşulları gerektirmemesi ve kısa dönemli iyi öngörüler elde edilebiliyor olması, diğer öngörü amaçlı geliştirilen yöntemlerden üstünlüğüdür (Akgül, 2003). Box-Jenkins model belirleme stratejisi uygun modelin belirlenmesinin ardından modelde kullanılan parametrelerin tahminlerini, belirlenen modelin verilere uygunluğunun denetimini, uyumsuzluk durumunda yeniden model belirlemeyi, belirlenen modele göre serinin gelecekteki değerlerinin tahmini kapsayan bir ardışık işlemler bütünüdür (Akgül, 2003).

Zaman serisi frekansı 3'er aylık veya aylık olduğu durumlarda genellikle mevsimsel etki barındırır. Bu gibi mevsimsel bileşene sahip serilere geleneksel birim kök testleri uygulanamaz (Yıldırım vd., 2015). Ancak mevsimsel birim kök testleri olan Beaulieu-Miron (1993), Conava-Hansen (1995) gibi testler mevsimselliği birim kök testlerinde ele almaktadır ve aylık frekanstaki serilere uygulanabilmektedir (Yıldırım vd., 2015).

Beaulieu-Miron test denklemleri 5 model üzerinden aşağıdaki gibi gösterilebilir.

Model 1: Deterministik bileşenin olmadığı model.

$$y_{13t} = \sum_{k=1}^{12} \pi_k y_{k,t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{13,t-i} + a_t$$

Model 2: Sabit terimin bulunduğu model

$$y_{13t} = \mu + \sum_{k=1}^{12} \pi_k y_{k,t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{13,t-i} + a_t$$

Model 3: Sabit terimin ve mevsimsel kukla değişkeninin bulunduğu model

$$y_{13t} = \mu + \sum_{k=1}^{12} \pi_k y_{k,t-1} + \sum_{k=2}^{12} m_k S_{kt} + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{13,t-i} + a_t$$

Model 4: Sabit terimin ve trendin bulunduğu model

$$y_{13t} = \mu + \gamma_t + \sum_{k=1}^{12} \pi_k y_{k,t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{13,t-i} + a_t$$

Model 5: Sabit terimin, trendin ve mevsimsel kukla değişkeninin bulunduğu model

$$y_{13t} = \mu + \gamma_t + \sum_{k=1}^{12} \pi_k y_{k,t-1} + \sum_{k=2}^{12} m_k S_{kt} + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{13,t-i} + a_t$$

Bu modellerde deterministik bileşenler sabit terim ( $\mu$ ), trend ( $\gamma$ ) ve mevsimsel gölge (S) değişkenleridir. Denklemlerde yer alan  $\pi_1$  Aralık,  $\pi_2$  Haziran,  $\pi_3$  Mart,  $\pi_4$  Eylül,  $\pi_5$  Ağustos,  $\pi_6$  Nisan,  $\pi_7$  Şubat,  $\pi_8$  Ekim,  $\pi_9$  Temmuz,  $\pi_{10}$  Mayıs,  $\pi_{11}$  Ocak ve  $\pi_{12}$  Kasım aylarındaki birim kökün sınanmasında kullanılan katsayılarıdır. Bu test denklemleri kullanılarak test istatistikleri aşağıdaki hipotezler çerçevesinde incelenir.

1. Hipotez      2. Hipotez      3. Hipotez      4. Hipotez

$$H_0: \pi_1 = 0 \quad H_0: \pi_2 = 0 \quad H_0: \pi_3 \text{ veya } \pi_4 = 0 \quad H_0: \pi_5 \text{ veya } \pi_6 = 0$$

$$H_A: \pi_1 < 0 \quad H_A: \pi_2 < 0 \quad H_0: \pi_3 \text{ veya } \pi_4 \neq 0 \quad H_0: \pi_5 \text{ veya } \pi_6 \neq 0$$

5. Hipotez      6. Hipotez

$$H_0: \pi_7 \text{ veya } \pi_8 = 0 \quad H_0: \pi_9 \text{ veya } \pi_{10} = 0$$

$$H_0: \pi_7 \text{ veya } \pi_8 \neq 0 \quad H_0: \pi_9 \text{ veya } \pi_{10} \neq 0$$

Yokluk hipotezinin geçerliliği test istatistiğinin Beaulien ve Miron (1992) çalışmasında paylaşılan kritik değerler ile karşılaştırılmaktadır. Mevsimsel frekansta birim kökün olmadığı söylenmesi için 1. Hipotez haricinde en az bir yokluk hipotezinin reddedilmesi yeterlidir (Beaulien and Miron, 1993; Mert ve Çağlar, 2019).

Conava ve Hansen (1995) mevsimsel birim kök testi ise, 3'er aylık veya aylık tüm frekanslarda uygulanabilen, KPSS birim kök testi mantığında geliştirilmiş (Lagrange çarpanları) LM tipi bir mevsimsel birim kök sınamasıdır. Ancak mevsimsel olmayan birim köke sahip olmayan veya durağanlaştırılmış serilere uygulanır. Mevsimsel frekanslarda birim kök araştırması yapar.

Conava-Hansen Testinde yokluk hipotezi mevsimsel frekanslarda durağanlık olduğudur. Deterministik bileşenlerin varlığına göre 3 test denklemi kullanılır. Test edilen denklemler;

Model 1: Sabitsiz ve trendsiz model

$$y_i = x_i' \beta + S_i + a_i, \quad a_t \sim iid(0, \sigma^2)$$

Model 2: Sabitli model

$$y_i = \mu + x_i' \beta + S_i + a_i, \quad a_t \sim iid(0, \sigma^2)$$

Model 3: Sabitli ve trendli model

$$y_i = \mu + t + x_i' \beta + S_i + a_i, \quad a_t \sim iid(0, \sigma^2)$$

denklemleridir. Denklemlerde yer alan  $x_i$  bağımsız değişkenler vektörü,  $S_t$  deterministik mevsimsel terim,  $t$  trend bileşenini ifade etmektedir.

Tüm frekanslarda mevsimsel birim kök hipotezi, ortak test edilir. Ortak test istatistiği için LM test istatistiği aşağıdaki gibidir.

$$L_f = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \hat{F}_i' (\hat{\Omega}^f)^{-1} \hat{F}_i \quad (1.1)$$

(1.1) numaralı eşitlikte kullanılan  $f_t$  sinüs dalgalarını içeren (aylık frekans için) 11 boyutlu bir matris ve  $\hat{\Omega}^f$   $(12 - 1) \times (12 - 1)$  boyutlu tahmin edilen varyans-kovaryans matrisidir. Test denkleminde elde edilen kalıntı serisi  $a_t$  olmak üzere  $\hat{F}_i = \sum_{t=1}^i f_t \hat{\epsilon}_t$  şeklindedir. LM test istatistikleri hesaplanan kritik değerlerden daha büyük olduğu durumlarda yokluk hipotezi olan mevsimsel birim kök içerir hipotezi reddedilecektir.

Mevsimsel birim kök içerdiği tespit edilen serilerde  $s$  mevsimselliğin periyodu olmak üzere  $\Delta_s y_t = y_t - y_{t-s}$  şeklinde 1. mevsimsel fark alma işlemi gerçekleştirilir. 12 aylık bir seri için mevsimsel periyodu 12 olduğu için  $\Delta_{12} y_t = y_t - y_{t-12}$  eşitliği ile elde edilecektir.

Eğer seri birinci mevsimsel fark alma işleminden sonra hala mevsimsel birim kök içeriyor ise seriye aynı mantık ile ikinci mevsimsel fark alma işlemi uygulanacaktır (Mert ve Çağlar, 2019).

Mevsimsel olmayan fark derecesi  $d$  ve mevsimsel fark derecesi  $D$  olan  $y_t$  serisi için SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub> modeli en genel Box-Jenkins modeli olup denklem geri kaydırma işlemcisi ( $B^k = y_{t-k}$ ) ile;

$$(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)(1 - \phi_1 B^s - \phi_2 B^{2s} - \dots - \phi_p B^{ps})(1 - B)^d (1 - B^s)^D (y_t - \mu) \\ = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)(1 - \theta_1 B^s - \theta_2 B^{2s} - \dots - \theta_q B^{qs}) a_t, \quad a_t \sim ND(0, \sigma^2)$$

olarak ifade edilmektedir (Karaman, 2010).

Seçilen ARIMA veya mevsimsel ARIMA modellerinin hata terimlerinin sağlaması gereken başlıca iki koşul vardır. Bunlardan ilki ( $a_t$ ) kalıntı serisinde otokolerasyon bulunmaması koşuludur. Bunun için Durbin-Watson (DW) istatistiğine bakılabilir. DW test istatistiği;

$$DW = \frac{\sum_{t=1}^T (a_t - a_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T (a_t)^2}$$

eşitliği ile elde edilir. Kalıntı serisinde otokolerasyon yoktur kararı verilebilmesi için DW test istatistiğinin 2 değerine yakın olması gerekir (Mert ve Çağlar, 2019).

İkinci koşul kalıntıların beyaz gürültü (White Noise  $a_t \sim iid(0, \sigma^2)$ ) özelliğinde olmasıdır. Bu özellik farklı şekillerde incelenebildiği gibi korelogram grafiği, AC ve PAC katsayılarına da bakılabilmektedir (Mert ve Çağlar, 2019). Serinin temiz dizi olabilmesi için AC ve PAC katsayıları istatistiksel olarak anlamsız olması istenir. Korelogram grafiği incelendiğinde ise rassal bir dağılım sergilemesi istenir.

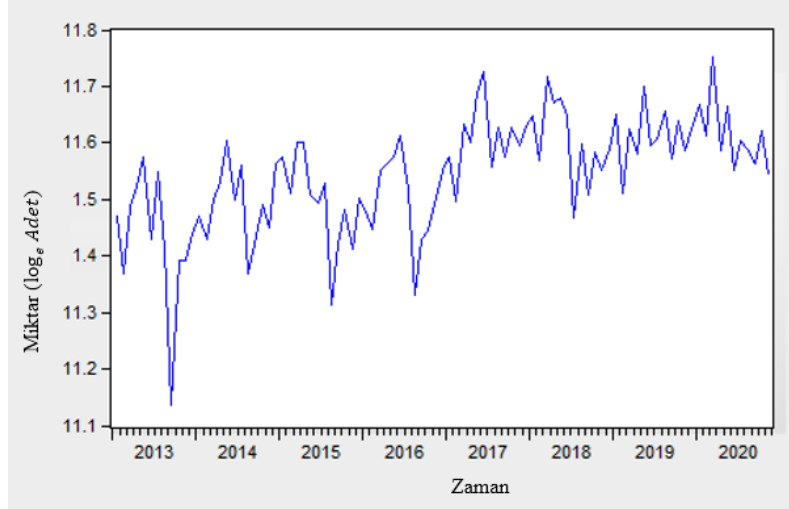
Schwarz bilgi kriteri model seçiminde yararlanılan istatistiklerden sadece bir tanesidir. Test istatistiği  $RSS = \text{Kalıntı kareler toplamı}$ ,  $k = \text{sabit terim dahil parametre sayısı}$  ve  $n = \text{gözlem sayısı}$  olmak üzere

$$SIC = \frac{k}{n} \ln(n) + \ln(RSS/n)$$

eşitliği ile elde edilir. SIC değeri küçük olan model seçim nedenidir (Ucal, 2006).

## ARAŞTIRMA BULGULARI

Türkiye’de üretilen aylık frekanstaki etlik piliç adetlerinin doğal logaritması alınmış ve zamana göre seyri sunulmuştur (Şekil 1). Seride artma eğilimi olduğu ve sıfırdan farklı bir sabit terime sahip olduğu gözlenmiştir.



Şekil 1. Türkiye Etlik Piliç Üretimine ait Zaman Serisi Grafiği

Figure 1. Turkey Production of Broilers Chicks Time Series Graphics

Seride mevsimsel olmayan ve mevsimsel birim kök incelemesi için öncelikle veri setine Beaulieu-Miron Testi ve Canova-Hansen Testi uygulanmıştır. Canova-Hansen Testinde bağımlı değişkenin bir gecikmesini modele dahil edilmiştir ve olası serisel korelasyon ve değişen varyans problemini gidermek için HAC varyans-kovaryans matrisi kullanılmıştır. Canova-Hansen Testi için Quadratic-Spectral Kernel fonksiyonu ve band genişliği seçimi de Andrews otomatik yöntemi ile yapılmıştır. Hesaplanan test istatistikleri ve test sonuçları 5 model için Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Beaulieu-Miron testine göre mevsimsel olmayan birim kök yoktur hipotezi; 5 modelde de elde edilen test istatistikleri 0.05 yanılma düzeyinde elde edilen kritik değerlerden daha büyük olduğu için reddedilemez. Böylece ilgilenilen zaman serisinin düzeyde durağan olduğuna karar verilmiştir.

Beaulieu-Miron testine göre mevsimsel birim kök yoktur hipotezi; model 3 ve 5 dışındaki tüm modellere göre test istatistikleri %5 yanılma düzeyinde elde edilen kritik değerlerden daha büyük olduğu için reddedilir. Böylece ilgilenilen zaman serisinin mevsimsel birim köke sahip olduğuna karar verilmiştir. Aynı şekilde Canova-Hansen Test sonuçlarına göre 3 modelde de hesaplanan test istatistikler %0.05 yanılma düzeyinde hesaplanan kritik değerlerden daha büyük olduğu için mevsimsel birim köke sahip olduğuna karar verilmiştir.

Mevsimsel olmayan birim kökün olmadığına ve mevsimsel birim kökün olduğuna karar verildiği için seriyeye birinci mevsimsel fark alma işlemi uygulanmıştır. Birinci mevsimsel farkı alınmış seriye Beaulieu-Miron Testi ve Canova-Hansen Testi uygulanmıştır ve test sonuçları Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Beaulieu-Miron testine göre mevsimsel birim kök yoktur hipotezi; test istatistikleri tüm modellere göre %0.05 yanılma düzeyinde elde edilen kritik değerlerden daha küçük olduğu için reddedilemez. Böylece birinci mevsimsel farkı alınmış zaman serisinin mevsimsel birim köke sahip olmadığına karar verilmiştir. Canova-Hansen Testi ile 3 model için hesaplanan test istatistiklerinin tamamı %0.05 yanılma düzeyinde hesaplanan kritik değerlerden daha küçük olduğu için yokluk hipotezi reddedilememiştir. Böylece serinin birinci dereceden mevsimsel tümleşik olduğuna karar verilmiştir.

**Çizelge 1.** Mevsimsel birim kök test sonuçları ve mevsimsel farkı alınmış seri için mevsimsel birim kök test sonuçları**Table 1.** Seasonal unit root test results and seasonal unit root test results for seasonally invoiced series

Serinin düzey haline uygulanan mevsimsel olmayan ve mevsimsel birim kök test sonuçları						
Beaulieu-Miron testi						
	$H_0$ :Mevsimsel olmayan Birim Kök yoktur	0,01	0,05	$H_0$ :Mevsimsel Birim kök yoktur	0,01	0,05
Model 1 (Bileşen yok)	-1.009817	-2.52	-1.90	6.583481*	26.31	7.28
Model 2 (Sabitli)	-1.721725	-3.36	-2.80	6.634669*	26.31	7.28
Model 3 (Sabitli-Mevsimsel Kukla)	-0.870585	-3.35	-2.80	4.115205	2.71	1.40
Model 4 (Sabitli-Trendli)	-2.305162	-3.83	-3.30	6.896716*	26.31	7.28
Model 5 (Sabitli-Trendli-Mevsimsel Kukla)	-0.870585	-3.35	-2.80	4.115205	2.71	1.40
Canova-Hansen Testi						
$H_0$ : Serinin mevsimsel birim kökü yoktur						
Model	Bileşenler	$LM_w$		0,01	0,05	
Model 1	Sabitsiz-Trendsiz	3.501679		3.270	2.750	
Model 2	Sabitli-Trendsiz	3.501912		3.270	2.750	
Model 3	Sabitli-Trendli	2.698992		3.085	2.585	
Mevsimsel farkı alınmış seri uygulanan mevsimsel birim kök test sonuçları						
Beaulieu-Miron testi						
	$H_0$ :Mevsimsel Birim kök yoktur	0,01		0,05		
Model 1 (Bileşen yok)	10.49964	27.26		7.30		
Model 2 (Sabitli)	9.286858	27.65		7.33		
Model 3 (Sabitli-Mevsimsel Kukla)	7.739911	2.74		1.39		
Model 4 (Sabitli-Trendli)	9.479774	27.65		7.33		
Model 5 (Sabitli-Trendli-Mevsimsel Kukla)	7.739911	2.74		1.39		
Canova-Hansen Testi						
$H_0$ : Serinin mevsimsel birim kökü yoktur						
Model	Bileşenler	$LM_w$		0,01	0,05	
Model 1	Sabitsiz-Trendsiz	2.035455		3.270	2.750	
Model 2	Sabitli-Trendsiz	2.037896		3.270	2.750	
Model 3	Sabitli-Trendli	1.887193		3.085	2.585	

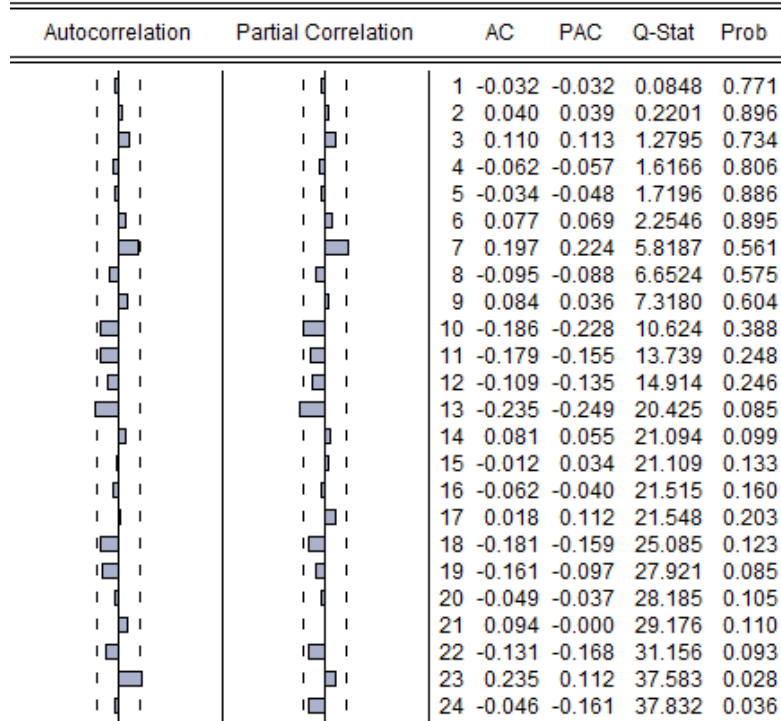
Tahmin edilecek  $SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_{12}$  modelinde seri; mevsimsel olmayan birim köke sahip olmadığı için  $d = 0$ , birinci dereceden mevsimsel tümleşik olduğundan  $D = 1$  olarak alınmıştır. Gecikme uzunlukları  $p, q, P$  ve  $Q$  maksimum 4 alınarak toplam 256 adet model tahmin edilmiştir. SIC kriterine göre en uygun model en çok olabilirlik tahmin yöntemiyle  $SARIMA(1,0,1)(0,1,0)_{12}$  olarak seçilmiştir ve modelin tahmin sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2'de verilen sonuçlara göre modeldeki tüm otoregresif ve hareketli ortalama terimlerine ait katsayılar istatistiksel olarak 0.05 yanılma düzeyinde anlamlı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Durbin-Watson istatistik değeri 2.053 bulunduğu için kalıntılarda otokorelasyon sorununun olmadığı görülmektedir. Kalıntıların temiz dizi olma özelliğinin sınanması için Şekil 2'deki korelogram grafiği çıktısı incelenmiştir.

**Çizelge 2.** SIC göre tahmin edilen en iyi modele ait Eviews sonuç ekran görüntüsü**Table 2.** Eviews result screenshot of the best model predicted according to SIC

Bağımlı Değişken: lnY12	Katsayı	St. hata	P-değeri
Sabit (C)	0.024069	0.023970	0.318
AR(1)	0.827392*	0.107144	0.000
MA(1)	-0.443916*	0.168329	0.010
SIC	-2,462966		
DW	2.051709		
Kalıntı	Temiz dizi		
RMSE	0.065152		

Date: 01/18/21 Time: 11:17  
Sample: 2013M01 2020M11  
Included observations: 82

**Şekil 2.** Tahmin edilen modele ait korelogram grafiği**Figure 2.** The correlogram graph of the predicted model

Şekil 2'de görüldüğü gibi tüm gecikmeler için AC ve PAC katsayıları 0.05 yanılma düzeyinde istatistiksel olarak anlamsızdır ( $P > 0.05$ ). Böylece modele ait kalıntı serisinin temiz dizi özelliğinde olduğuna karar verilmiştir.

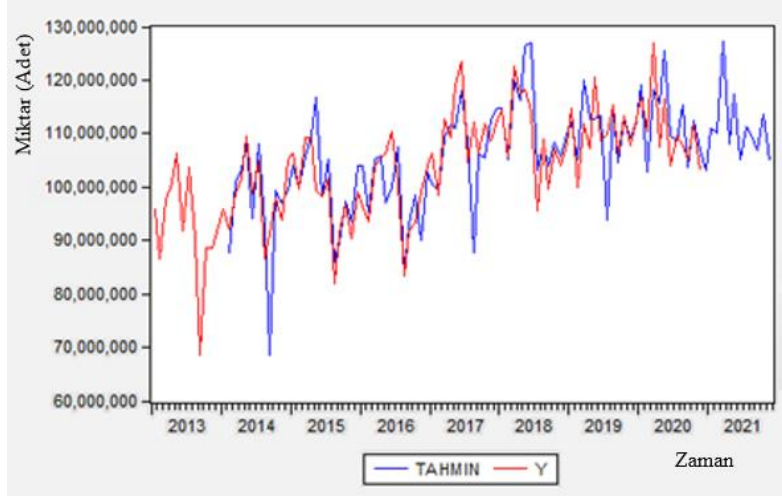
Kalıntılara ait varsayımların incelenmesi sonucunda herhangi bir probleme rastlanmadığı için  $SARIMA(1,0,1)(0,1,0)_{12}$  modelinin geçerli olduğuna karar verilmiştir. Tahmin sonuçlarından modelin açık hali;

$$y_t = 0.024069 + 0.827392y_{t-1} - 0.443916a_{t-1}, \quad a_t \sim ND(0, \sigma^2)$$

olarak yazılabilir.  $SARIMA(1,0,1)(0,1,0)_{12}$  modeli ile gelecek aylara ait öngörü değerleri; 2020 Aralık ayı için 112 480 538, 2021 Ocak ayı için 117 234 025, 2021 Şubat ayı için 111 204 834, 2021 Mart ayı için 128 171 249, 2021 Nisan ayı için 108 826 801, 2021 Mayıs ayı için 118 097 818, 2021 Haziran ayı için 105 614 935, 2021 Temmuz ayı için 111 572 112, 2021 Ağustos ayı için 109 683 434, 2021 Eylül ayı için



107 311 019, 2021 Ekim ayı için 113 782 870, 2021 Kasım ayı için 109 265 648, 2021 Aralık ayı için 113 083 572 adet bulunmuştur. Etlik piliç sayılarına ait gerçek, tahmini ve öngörü değerlerinin birlikte zaman yolu grafiği Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Tahmin ve gerçek değere ait zaman yolu grafiği

Figure 3. Time path graph of forecast and actual value

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada olduğu gibi aylık frekanstaki verileri zaman serisi yöntemleri ile analiz eden Paul vd. (2013) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada mevsimsel olmayan birim kök tespit edilerek  $SARIMA(2,1,0)(1,1,0)_{12}$  modeli kullanılmıştır. Bunun sebebinin Paul vd. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kullanmış oldukları veri setinin konusundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Paul vd. (2013) çalışmalarında Hindistan'a ait aylık et ve et ürünleri üretim miktarlarını kullanmışlardır.

Mevcut çalışmanın konusu ile benzerlik gösteren üretim miktarlarının modellendiği çalışmalardan birini gerçekleştiren Çelik (2012), söz konusu çalışmada yıllık frekanstaki veri setinin zaman serisi modellemesini gerçekleştirmiştir. Bu çalışma sonucundan farklı olarak ARIMA modeli kullanılmasının nedeninin veri setinin frekansının yıllık olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çelik (2012) çalışmasında Türkiye'de kırmızı et üretim miktarlarını kullanmıştır.

Bu çalışmada etlik piliç sayılarına ait zaman serisinin durağanlık incelemeleri Beaulieu-Miron ve Canova-Hansen mevsimsel birim kök testleri yardımıyla yapılmıştır. Mevsimsel birim kök testleri sonuçlarına göre etlik piliç sayılarının mevsimsel olmayan birim kök içermediği ancak mevsimsel birim köke sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Böylece birinci mevsimsel fark alınarak ve SIC kriterine göre iyi bir modelde olması gereken tüm koşulları sağlayan  $SARIMA(1,0,1)(0,1,0)_{12}$  modeli tahmin edilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada henüz yayınlanmamış olan 2020 yılının Aralık ayı etlik piliç adeti öngörülerek toplam civciv adedinin 133 1117 000 olacağı düşünülmektedir. Çalışmada 2021 yılında üretilecek etlik piliç adedinin 1 353 245 283'e ulaşılacağı tahmin edilmiştir. 2021 yılındaki bu artışın geçmiş yıla göre %0.019216 olması beklenmektedir.

Bu çalışmanın, literatürde etlik piliç üretim miktarlarının zaman serisi ile modellendiği bir eksikliğini tamamlayacağı düşünülmektedir. Çalışma ile elde edilen sonuçların 2021 gerçek değerleri yayımlandığında çalışma sonuçları ile karşılaştırması yapılarak mevcut durumun değerlendirilmesine ve alınacak kararlara katkı sağlaması hedeflenmektedir.

## TEŞEKKÜR

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni bölümü Hayvan Yetiştirme Anabilim Dalı'ndan Prof.Dr. TÜLİN AKSOY"a değerli katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Besag, J and D.M. Higdon, 1993. Bayesian inference for agricultural field experiments. Bull. Int. Statist. Ilist., 55, book 1, 121-136.
- Akgül, I., 2003. Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri. İstanbul.
- Aşkan, E. ve Dağdemir, V., 2017. Türkiye Broiler ( Etlik Piliç ) Sektörünün Durumu ve Sektörün Trend Analizi. III. IBANESS Kongreler Serisi, 04-05 Mart 2017, Edirne, s: 1457-1465.
- Beaulieu, J. J., and Miron, J. A. 1993. Seasonal unit roots in aggregate US data. Journal of econometrics, 55(1-2), 305-328.
- BESP-BIR. 2020. Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçıları Birliği Derneği. <https://besd-bir.org/>. Erişim Tarihi: 25.01.2020.
- Canova, F., and E. Hansen, B., 1995. A Test for Seasonal Stability. Journal of Business & Economic Statistics.
- Cihangir, F., 2020. Türkiye'de Etlik Piliç Sektörünün Ekonomik Durumu ve Sorunları. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 79 s.
- Çiçek, H. ve Tandoğan, M. 2007. Türkiye'de piliç eti fiyatları ve etkili faktörler. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 7 (1): 52-57.
- Çiçekgil, Z. ve Uzun, B. 2016. Türkiye' de Tavuk Eti ve İhracat Projeksiyonu, Ankara.
- Çiçekgil, Z. 2017. Kümes Hayvancılığı Ürün Raporu. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü TEPGE, Ankara.
- Çobanoğlu, F., Konak, K., Bozkurt, M. 2002. Aydın İlinde Etlik Piliç İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve Pazarlama Durumu. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (1): 27-36.
- Çobanoğlu, F., Konak, K., Bozkurt, M., 2003. Türkiye Etlik Piliç Sektörünün Mevcut Durumu ve Dünya Genelindeki Gelişmeler. A. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 16(2): 127-133. Antalya.
- Dağdemir, V., Demir, O. and Keskin, A., 2004. Estimation of Supply and Demand Models for Chicken Meat in Turkey. Journal of Applied Animal Research. 25: 45-48.
- Ertürk, Y.E., 2001. Ankara İli Kızılcahamam İlçesinde Köy-Tür'e Bağlı Olarak Faaliyet Gösteren Broiler İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Eşidir, A. ve Pirim, L. 2013. Kanatlı Hayvancılık Sektör Raporu. Fırat Kalkınma Ajansı, 45sf.
- Hekimoğlu, B. ve Altındağ, M. 2009. Kanatlı Hayvan Eti Sektör Raporu Sorunları ve Çözüm Önerileri. <http://www.yma.org.tr/getdoc/13cec955-82ef-49f4-bae4d61efbaca8b0/> Kanatlı Sektörü Raporu 2009. Asp (Erişim Tarihi: 26 Mart 2011).
- Kadılar, C. 2005. SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş, Ankara, 299 ss.
- Keskin, B. ve Demirbaş, N. 2012. Türkiye'de Kanatlı Eti Sektöründe Ortaya Çıkan Gelişmeler: Sorunlar ve Öneriler. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2014 Cilt: 26 Sayı 1, syf: 117- 130, Bursa
- Lucy, M.P. 1990. Management of Large Broiler Farms, The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences, Cooperative Extension Service, Leaflet 419/June.
- Mert, M. ve Çağlar, A. E., 2019. Eviews ve Gauss Uygulamalı Zaman Serileri Analizi, Detay Yayıncılık, Ankara.
- Önder, E., ve Hasgöl Kuvat, Ö. 2009. Yabancı ziyaretçi sayısının tahmininde box jenkins modeli, winters yöntemi ve yapay sinir ağlarıyla zaman serisi analizi. Istanbul University, Business Economy Institute Journal of Management, 62, 62-83.
- Karaman, E. 2010. Kontrol Günü Süt Verimlerinin Zaman Serisi Yöntemi ile Modellenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Rajendran, K., Mohan, B., Viswanathan, K., Edwin, S.C. 2008. A Study on cost of production of broiler at Market Age at Palladam Area Tamilnadu. *Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 4 (2): 69-70.
- Singh, V.P., Sharma, V.K., Sidhu, M.S., Kingra, H.S. 2010. Broiler production In Punjab-An economic analysis. *Agricultural Economics Research Review*, 23: 315-324.
- Şengör, E. 2002. Broilers Lead the Way in Turkey. *Poultry International, Production, Processing and Marketing Worldwide*, October 2002, Volume 41.Number 11,p. 34.
- Tandoğan, M., 2014. Balıkesir, Bolu ve Sakarya İllerinde Etlik Piliç Yetiştiriciliğinin Ekonomik ve Ekonometrik Analizi. Doktora Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Sağlığı ve Ekonomisi İşletmeciliği Anabilim Dalı.
- TEPGE, 2018.Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Kümes Hayvancılığı Durum ve Tahmin. Ankara. [www.kayseritb.org/images/piyasa\\_analizleri/kumes.pdf](http://www.kayseritb.org/images/piyasa_analizleri/kumes.pdf).
- Tunalıoğlu, O. 2015. Türk Tarım Politikası Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikasına Uyumu; Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi İzmir. Sayfa 149- 135.
- Tümer, E. İ., Ağır, H. B., ve Gürler, D. (2018). Broiler üretiminde üretici memnuniyetini etkileyen faktörler. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 545-550.
- Ucal, M. Ş. 2006. Ekonometrik Model Seçim Kriterleri Üzerine Kısa Bir İnceleme. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, syf: 41-57.
- Yeni, A. 2012. Türkiye Broiler Sektöründe Üretim Kümeslerinin Ekonomik Yapısı ve Etkinlik Analizi: Doğu Marmara Bölgesi Örneği. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı.
- Yıldırım, S., Ertuğrul, H. M. ve Soyaş, U. (2015). Türkiye’de aylık istihdam serisinin durağanlığı: Geleneksel, yapısal kırılmalı ve mevsimsel birim kök test uygulamaları. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(4), 91-102.





## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 201, 58 (4):569-579  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.846806>

Vedat CEYHAN<sup>1</sup>

Hatice TÜRKTEKİN<sup>1\*</sup>

Çağatay YILDIRIM<sup>1</sup>

Selime CANAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 55139, Atakum, Samsun, Turkey

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[hatice.turkten@omu.edu.tr](mailto:hatice.turkten@omu.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Riske karşı tutum, risk karşıtlığı, sigortalanabilir risk, tarım sigortası

**Keywords:** Attitude to risk, risk aversion, insurable risk, agricultural insurance

# Samsun ili tarım işletmelerinin sigortalanabilir risklerinin belirlenmesi ve tarım sigortası yaptıırma durumu\*

Exploring the insurable risks of farms and status of purchasing agricultural insurance in Samsun province of Turkey

\* Bu makale TÜBİTAK tarafından desteklenen 116K695 numaralı proje ile üretilmiştir.

Alınış (Received): 25.12.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 21.04.2021

## ÖZ

**Amaç:** Samsun ilindeki çiftçilerin riske karşı tutumlarını ortaya koymak, karşılaşılan riskleri belirlemek, karşılaşılan risklerin sigortalanabilir olup olmadığını ortaya koymak, işletme tipleri itibarıyla sigortalılık oranını tespit etmek ve tarım sigortası yaptııran ve yaptıırmayan işletmeleri sosyo-ekonomik özellikler açısından karşılaştırmak amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırma verileri 223 işletmeden anket yoluyla elde edilmiştir. Riske karşı tutumlarının belirlenmesinde von Neumann-Morgenstern (N-M) modelinden yararlanılmıştır. Riske karşı olma dereceleri Arrow-Pratt mutlak risk karşıtlığı katsayısı ile saptanmıştır. Riskin sigortalanabilirliği karşılaştırmaya sıklıkları ve oluşan kayıp miktarları dikkate alınarak belirlenmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Yöneticilerin %78'i riske kaçınmaktadır. İhtisaslaşmış hayvancılık ve arıcılık işletmeleri en büyük işletme riskine sahiptir. İşletmelerin %72.6'sı sigortalanabilir riske sahiptir. Sigortalanabilir riske sahip olup, sigorta yaptıırmayan hayvancılık, örtüaltı ve arıcılık işletmelerinin tarımsal geliri, sigorta yaptııranlara göre daha düşüktür. Sigortalanabilir riske sahip olan ve sigorta yaptıırmayan işletmelerin sigorta yaptıırmayacak düzeyde geliri elde edeceği yeterli işletme büyüklüğüne sahip olmadıkları saptanmıştır.

**Sonuç:** Tarım sigortası yaptıırma oranını artırmak için kamu ve özel sektörün işletme büyüklüğünü ve geliri artırmak için ortak eylem planı oluşturması önerilmektedir. Ayrıca temel risk analizi konuları ile sigortalanabilir risk kavramına odaklanmış eğitimlerin düzenlenmesi ve sigorta şirketlerinde/kamuda çalışan uzmanlar ile karar alıcıların bu eğitimlere katılması yararlı olacaktır.

## ABSTRACT

**Objective:** it was aimed to reveal the attitudes of the farmers towards the risks, to determine the risks encountered, to reveal whether those were insurable, to calculate the insurance rates of farm types, and to compare the farms in terms of socio-economic characteristics in Samsun province

**Material and Methods:** The research data were obtained from randomly selected 223 farm through a questionnaire. The von Neumann-Morgenstern (NM) model was used to elicit their attitudes towards risk. The Arrow-Pratt absolute risk-aversion coefficient was calculated to measure the degree of risk aversion. Whether the encountered risk was insurable or not has been determined by considering the frequency of encounters and the amount of losses incurred.

**Results:** 78% of the examined managers were risk averse. 72.65% of the farms had insurable risk. The agricultural incomes of livestock, greenhouses, and beekeeping farms that have insurable risks but did not have insurance were found lower than those of insured ones. The uninsured farms having insurable risk did not have adequate farm size for sufficient income to buy insurance contract.

**Conclusion:** Public and private sectors should generate joint action plan for increasing farm size and income to enhance the rate of purchasing insurance. Moreover, to organize trainings focused on basic risk analysis and the concept of insurable risk and to promote to attend these trainings for experts with decision makers, may positively affect the purchasing of agricultural insurance.

## GİRİŞ

Türkiye’de çiftçilerin risk ve belirsizliklere karşı yeterince önlem almadıkları, tarım sigortaları hakkında detaylı bilgiye sahip olmadıkları ve sigorta yaptırmaya karşı beklenen düzeyde istekli olmadıkları bilinmektedir. Türkiye’deki tarım işletmelerinin genelinde arazi büyüklüğünün ve ihtisaslaşmanın yetersizliği çiftçileri tarım sigortası yaptırmada olumsuz etkilemektedir. Ayrıca çiftçi gelirinin düşük olması, sigorta primlerinin yüksek olması, hasar tespitinin düzgün ve zamanında yapılamaması, sigortanın gereksiz masraf unsuru olarak görülmesi gibi nedenlerle çiftçilerin tarım sigortası yaptırmadıkları yönünde bulgular saptanmış olup, riske karşı kendilerinin bazı önlemler aldığı dikkati çekmektedir (Pezikoğlu ve ark., 2012; Kiracı ve ark., 2014; Çevrimli ve Sakarya, 2017).

Türkiye’de tarım sigortası ile ilgili yapılan çalışmalarda, karşılaşılan risklerin bireysel olarak çiftçiler açısından sigortalanabilir olup olmadığı halen dikkate alınmamaktadır. Günümüze kadar Türkiye’de tarımsal riskleri ortaya koyan, risk stratejilerini değerlendiren, tarım sigortası yaptırmada durumunu analiz eden ve tarım sigortası yaptırmada durumunu etkileyen faktörleri ortaya koyan çok sayıda araştırma yapılmıştır. Türkiye’de konu ile ilgili araştırmaların çoğunluğu üreticilerin tarımda karşılaştıkları risklerle mücadelede, başta ürün çeşitlendirmesi ve hastalık ve zararlılarla mücadele olmak üzere çok sayıda stratejiye başvurduklarını ortaya koymaktadır (Saner, 1999; Bozoğlu ve ark., 2001; Özsayın ve Çetin, 2004; Akçaöz ve Özkan., 2005; Gündüz ve Esengün, 2007; Çukur ve ark., 2008; Tümer ve ark., 2010; Aslan ve ark., 2012). Yapılan çok sayıdaki alan çalışmalarında özellikle küçük ölçekli işletmeler incelenmiş olup, riskten kaçınan bireylerin tarım sigortalarına karşı ilgi göstermesi beklenirken, tam tersi durumun ortaya çıktığı belirlenmiştir (Ceyhan ve ark., 1996; Karahan, 2002; Binici ve ark., 2003; Akçaöz ve Özkan, 2005; Demiryürek ve ark., 2006; Gündüz ve Esengün, 2007; Hazneci, 2009; Tümer, 2011). Hatta, konuya ilişkin yapılan bazı çalışmalar (Tümer, 2011; Aydoğan ve ark., 2013) tarım sigortası yaptıran veya yaptırmaya eğilimi olan çiftçilerin riskten kaçınan bireyler olma olasılığının, sigorta yaptırmadığı durumlarda olmayanlara göre daha az olduğunu ortaya koymuştur.

Türkiye’de tarım sigortası ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda, sigorta şirketlerinde ve kamu kuruluşlarında sigortalılık oranı, bütün çiftçilerin bireysel olarak sigortalanabilir risk ile karşı karşıya olduğu varsayımına dayanan bir yaklaşımla sigorta yaptıran çiftçi sayısının, toplam çiftçi sayısına oranlanmasıyla bulunmuştur. Yapılan bilimsel araştırmalarda da benzer eksiklik mevcuttur. Tarım sigortası yaptırmayan bir çiftçi, karşılaştığı riskin bireysel olarak sigortalanabilir olup olmadığına bakılmaksızın sigorta yaptırmayan grubuna dâhil edilmektedir. Bu da önemli düzeyde yanlılığa yol açmaktadır. Günümüze kadar yapılan araştırmalarda bu ön kabulün yapılması, tarım sigortası yaptırmada durumunu etkileyen değişkenlerin tespit edilip, doğru politikaların geliştirilmesinde beklenen faydaya ulaşılmasını olumsuz etkilemiştir. Bu eksikliğin giderilmesi tarım sigortasının yaygınlaşması açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de çiftçilerin karşılaştığı risklerin bireysel olarak sigortalanabilir olma durumunun nasıl ortaya konulacağı ve sigortalanabilir riskin coğrafik olarak ve işletme tipine bağlı olarak değişip değişmediği halen bilinmemektedir. Bu sebeple, bu çalışmada (i) Samsun ilinde faaliyetlerini sürdüren çiftçilerin riske karşı tutumlarını ortaya koymak, (ii) karşılaşılan riskleri belirlemek, (iii) karşılaşılan risklerin işletmeler açısından sigortalanabilir olup olmadığını ortaya koymak, (iv) işletme tipleri itibarıyla sigortalılık oranını tespit etmek ve (v) tarım sigortası yaptıran ve yaptırmayan işletmeleri sosyo-ekonomik özellikler açısından karşılaştırmak amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 12.12.2015 tarihli, 2015/470-467 (2015/400) sayılı belge numarasıyla onay almıştır.

### Araştırma verileri

Samsun ilinde faaliyet gösteren ve tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilmiş 77 karma tarım işletmesi, 59 örtüaltı işletmesi, 25 büyükbaş hayvancılık işletmesi, 41 arıcılık işletmesi ve 21 su ürünleri

yetiştiriciliği yapan işletme olmak üzere toplam 223 işletmeden anket yoluyla toplanan veriler araştırmanın temel verilerini oluşturmuştur. Ayrıca araştırma alanında yapılan nitelikli gözlemler sonucunda elde edilen veriler, ulusal ve uluslararası alanda yapılmış benzer çalışmalar ve konuyla ilgili kurum ve kuruluşların kayıtlarından da yararlanılmıştır.

### Tarım işletmelerinin risk analizinde kullanılan yöntem

İşletme yöneticilerinin riske karşı tutumları referans kumarı ve tercih ölçeklerinden yararlanılarak bir tanesi garanti olan, diğeri risk içeren iki seçenek arasında yaptıkları seçimler yoluyla belirlenmiş ve işletme yöneticileri riske karşı tutumlarına göre riskten kaçınan, riske tepkisiz ve risk alan olmak üzere üç grupta toplanmıştır (Holloway, 1979). Riske karşı olma dereceleri düzenlenmiş von Neumann-Morgenstern (N-M) modeli kullanılarak tahmin edilen fayda fonksiyonları aracılığıyla ortaya konulmuştur (Zuhair et al., 1992). Arrow- Pratt mutlak risk karşıtlığı katsayısı fayda fonksiyonunun ikinci türevinin, birinci türevine oranlanması ile hesaplanmıştır (Arrow, 1964; Pratt, 1964). İncelenen işletmelerin karşılaştıkları riskin ölçülmesinde, riskler "faaliyet riski" ve "mali risk" olarak iki grupta ele alınmıştır. İşletmelerin faaliyet riskinin ölçülmesinde, inceleme alanında yetiştirilen tarım ürünlerinin son 10 yıldaki fiyat ve verimleri kullanılmıştır. Daha sonra üçgen dağılım kullanılarak zaman serisi verileriyle, çiftçi ve uzman görüşleri aşağıda verilen eşitlik yardımıyla birbirine entegre edilmiştir (Hardaker, et al., 1997).

$$g(n)_{ij} = E[g(s)_i] + \{g(h)_{ij} - E(g(h)_{ij})\} \sigma(s)_j / \sigma(h)_j$$

Eşitlikte  $g(n)_{ij}$  uzman ve çiftçi görüşleriyle düzenlenmiş değeri,  $E[g(s)_i]$  subjektif dağılımın ortalamasını,  $\sigma(s)_j$  subjektif dağılımın standart sapmasını,  $g(h)_{ij}$  zaman serisi değerini,  $E(g(h)_{ij})$  zaman serisi ortalamasını ve  $\sigma(h)_j$  zaman serisinin standart sapmasını ifade etmektedir.

### Üreticilerin sigortalanabilir risklerinin ve sigortalılık oranının belirlenmesinde kullanılan yöntem

Üreticilerin karşılaştıkları riskin bireysel olarak sigortalanabilir olup olmadığının belirlenmesinde, üreticilerin anket yoluyla tespit edilmiş riskleri, karşılaşma sıklıkları ve oluşan kayıplar ile birlikte sigortalanabilir riskin özellikleri dikkate alınmıştır (Hardaker et al., 1997). Öncelikle karşılaşılan risklerin ve ortaya çıkacak kayıpların tanımlanabilir ve ölçülebilir olup olmadığı sınılanmış ve karşılaşılan riskin gerçekleşme olasılığının küçük, ama oluşturduğu kaybın yeterince büyük olup olmadığı ortaya konulmuştur. Oluşan kayıp yeterince büyük olmadığında bu risk incelenen işletmeler için sigortalanabilir risk kapsamında değerlendirilmemiştir. Bu değerlendirme yapılırken, çiftçilerin devletin desteği haricinde ödedikleri primin karşılaştıkları potansiyel zarardan küçük olup olmadığı ölçütü kullanılmıştır. Prime ödenen paranın, potansiyel zarardan küçük olması durumunda riskin sigortalanabilir olduğu, tersi durumda ise sigortalanmaz olduğu belirlenmiştir. Sigortalanabilir risk belirlendikten sonra, sigortalılık oranı, sigortalanabilir riske sahip olup sigorta yaptıran çiftçi sayısının, sigortalanabilir riske sahip olan toplam çiftçi sayısına bölünmesi yoluyla hesaplanmıştır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### İncelenen işletmelerin sosyo-ekonomik özellikleri

İnceleme alanında öncelikle sigortalanabilir riske sahip olan ve olmayan bütün işletmelerin sosyo-ekonomik yapısı incelenmiştir. İncelenen karma işletme yöneticilerinin ortalama yaşı 50'dir. 7 yıl eğitim alan, yaklaşık 27 yıllık bir tarımsal deneyime sahip olan işletme yöneticilerinin örtüaltı deneyimleri 2.5 yıl, hayvancılık deneyimleri yaklaşık 17 yıldır. İşletme sahipleri işletmede ortalama 8.5 ay çalışmaktadır.

İşletmede hanehalkı büyüklüğü 5, sahip olunan toplam arazi büyüklüğü ortalama 87 dekadır. İşletmeler ortalama 2.6 erkek işgücü birimi varlığına ve 15.8 büyükbaş hayvan birimi varlığına sahiptir. Karma işletmelerde toplam sermaye miktarı ₺1462220'dir. İşletme başına düşen işletme sermayesi değeri 290 bin TL'dir. İşletmelerin öz sermaye değeri 1.4 milyon TL'dir. İşletme başına düşen tarımsal gelir 276 bin TL'dir. İşletmeler her ₺100'lik öz sermaye karşılığında, ₺15.2 kar elde etmektedirler.

Örtüaltı yetiştiriciliği yapan işletme yöneticilerinin ortalama yaşı yaklaşık 47'dir ve 7 yıl eğitim almışlardır. İşletme yöneticileri işletmede ortalama 10 ay çalışmaktadır. Hanehalkı büyüklüğü 5'dir. Örtüaltı yetiştiriciliği yapan işletmelerin 1.8 milyon TL'si öz sermayeleri olmak üzere, ₺1.87 milyon TL'lik toplam sermayesi vardır. İşletme sermayeleri 207 bin TL'dir. İşletme başına düşen tarımsal gelir 147 bin TL'dir. İşletmeler her ₺100'lik öz sermaye karşılığında ₺4.7 kar elde etmektedirler.

İhtisaslaşmış hayvancılık işletmelerinde işletme yöneticilerinin ortalama yaşı yaklaşık 44'dür ve 9 yıl eğitim almışlardır. Yaklaşık 21 yıllık bir tarımsal deneyime sahip olan işletme yöneticilerinin örtüaltı deneyimleri 2.6 yıl iken, hayvancılık deneyimleri yaklaşık 20 yıldır. İşletme sahipleri işletmede ortalama 11 ay çalışmaktadırlar. Hanehalkı büyüklüğü 6'dır. İşletmenin sahip olduğu toplam arazi büyüklüğü ortalama 96 dekadır. Hayvancılık işletmeleri ortalama 2.7 (EİB) işgücü varlığına ve 157 (BBHB) hayvan varlığına sahiptir. İhtisaslaşmış hayvancılık işletmelerinde toplam sermaye miktarı 3 milyon TL'dir. İşletme sermayesinin %66'sını hayvan sermayesi meydana getirmektedir. İşletme başına düşen tarımsal gelir 280 bin TL'dir. İşletmeler her ₺100'lik öz sermaye karşılığında ₺7.6 kar elde etmektedirler.

Arıcılık işletmelerinin %41'i sabit, %37'si göçer, %22'si de hem sabit hem de göçer arıcılık yapmaktadır. İşletmelerin %63'ü ana arı yetiştiriciliği yapmaktadır. İncelenen işletmelerde yöneticilerin ortalama yaşı yaklaşık 55'dir. İşletme yöneticileri ortalama 9 yıl eğitim görmüşlerdir ve arı yetiştiriciliği deneyimi 21 yıldır. Yöneticiler ortalama 6 ay işletmede çalışmaktadır. Hanehalkı büyüklüğü 4 kişidir. Arıcılık işletmelerinde toplam sermaye miktarı ₺323400, öz sermayeleri ₺306600 ve işletme sermayesi 60 bin TL'dir. İşletmelerde her ₺100'lik öz sermaye karşılığında ₺18.4 kar elde edilmektedir.

Su ürünleri işletmeleri içerisinde yavru balık yetiştiriciliği yapılan işletme sayısı 2'dir. Yetiştiricilikte kullanılan su kaynakları baraj (%52), deniz (%28), dere (%10) ve yeraltı suyu (%10)'dur. İşletmeler ortalama 8 yıllıktır ve faal olarak çalışmaktadır. İncelenen işletmelerde işletme yöneticilerinin ortalama yaşı yaklaşık 50'dir ve 13 yıl eğitim almışlardır. Yaklaşık 15 yıllık su ürünleri yetiştiriciliği deneyimine sahiptirler. İşletme sahipleri işletmede ortalama 9 ay çalışmaktadır. Hanehalkı büyüklüğü 4'dür. İşletmeler ortalama 0.61 (EİB) işgücü varlığına sahiptir. İşletmelerde teorik kapasite yaklaşık 1428600 yavru balıktır. Balık yetiştirme kapasitesi 629.3 m<sup>3</sup>'dür. Su ürünleri işletmelerinde toplam sermaye miktarı 8.5 milyon TL ve işletme sermayesi değeri 658.7 bin TL'dir. Tarımsal gelirleri 2.8 milyar TL'dir. İşletmeler her ₺100'lik öz sermaye karşılığında ₺34 kar elde etmektedirler.

### **İşletme yöneticilerinin riske karşı tutumları**

Araştırma bulguları, Samsun ilinde faaliyet gösteren işletmelerin yöneticilerinin çoğunluğunun riskten kaçındığını göstermiştir. İncelenen işletme yöneticilerinin riske karşı tutumları işletme tipleri itibarıyla farklılık göstermektedir ( $X^2$  kare =5.252  $p<0.05$ ). Riskten kaçınan işletme yöneticilerinin oranı karma işletmelerde %81.8, örtüaltı işletmelerde %81.4, ihtisaslaşmış hayvancılık işletmelerinde %72, arıcılık işletmelerinde %78 ve su ürünleri işletmelerinde %57.1'dir. Bu bulgular günümüze kadar dünyada ve Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmaların bulguları ile benzerlik göstermektedir (Dillon and Scandizzo, 1978; Binswager, 1980; Karahan, 2002; Binici ve ark., 2003; Akçaöz ve Özkan, 2005; Demiryürek ve ark., 2006; Hazneci, 2009; Tümer, 2011; Aydoğan ve ark., 2013;). İşletme tipleri itibarıyla hesaplanan risk karşıtlığı katsayıları, gelir arttıkça karma işletmeler ile ihtisaslaşmış hayvancılık işletmelerinin yöneticilerinin risk karşıtlığı düzeylerinin azaldığını göstermiştir. Gelir düzeyi arttıkça, karma işletmelerin yöneticilerinin risk karşıtlığı düzeyi ihtisaslaşmış hayvancılık işletmelerinin yöneticilerinden daha yüksek oranda azalmaktadır. İnceleme alanında sigorta yaptıran işletme yöneticilerinin risk karşıtlığının az



olması, inceleme alanında yaygın olan karma işletmelerin gelirleri arttıkça risk karşıtlığının azalmasına bağlanabilir. Örtüaltı işletmeleri, arıcılık işletmeleri ve su ürünleri işletmeleri için tam tersi durum geçerlidir. Gelir düzeyi ile bu işletmelerin yöneticilerinin risk karşıtlığı düzeyleri arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur. Gelir düzeyi arttıkça, örtüaltı işletmelerinin yöneticilerinin risk karşıtlığı düzeyi arıcılık ve su ürünleri işletmelerinin yöneticilerinden daha yüksek oranda artmaktadır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** İşletme Tipleri İtibariyle Arrow-Pratt Risk Karşıtlığı Katsayıları

**Table 1.** Arrow-Pratt risk aversion coefficient by farm types

Risk karşıtlığı katsayısı	Karma	Örtüaltı	Hayvancılık	Arıcılık	Su ürünleri
Ortalama	-0.000064	0.000701	-0.000015	0.000039	0.000019
Standart sapma	0.000376	0.003911	0.000047	0.000455	0.000913
En küçük	0.000249	0.021399	0.000044	0.001366	-0.000240
En büyük	-0.002360	-0.00070	-0.000170	-0.00125	0.000350

### İncelenen işletmelerin karşılaştığı riskler ve düzeyi

Samsun ilinde yürütülen bitkisel üretim faaliyetleri için meydana gelme olasılığı en yüksek risk sel ve su baskınları iken, meydana gelme olasılığı en düşük risk ise doludur. Meydana gelme olasılığı en yüksek olan ve gerçekleşmesi durumunda zararın en fazla olacağı olay hayvancılık için kazalar ve zehirlenme, arıcılık için fırtına ve su ürünleri için doğal afetlerdir. Don meydana gelme olasılığı %3.9 olup, meydana geldiğinde oluşturduğu kayıp üretim değerinin %56.5'i kadardır. Hayvancılık faaliyetlerinde kaza yaşanma ve zehirlenme olaylarının meydana gelme olasılıkları sırasıyla %2.8 ve %1.9'dur. Kaza ve zehirlenme meydana geldiğinde karşılaşılan kayıplar üretim değerinin %4.2'si ve %12.9'udur. Su ürünleri işletmeleri ile arıcılık işletmelerinde su kirliliği sebebiyle zehirlenmenin ve fırtınanın meydana gelme ihtimalleri sırasıyla %2.3 ve %4.4'tür. Oluşturacakları kayıplar ise sırasıyla üretim değerinin %12.6'sı ve %74.9'udur.

Samsun ilinde karma üretim yapan işletmeler düşük verim ve düşük fiyat ile karşılaştıklarında 205 bin TL gelir elde ederken, yüksek verim ve yüksek fiyatla karşılaştıklarında 413 bin TL gelir elde etmektedirler. İncelenen karma işletmelerde toplam masrafların aktif sermayeye oranı %22.51'dir. Karma üretimde bulunan işletmelerin faaliyet riski %13'tür. Karma işletmelerin mali riski bulunmadığından, karşı karşıya kaldığı toplam risk %13'tür. Araştırma alanında faaliyet gösteren hayvancılık işletmeleri düşük verim ve düşük fiyat ile karşılaştıklarında 250 bin TL elde ederken, yüksek verim ve yüksek fiyatla karşılaştıklarında 411 bin TL gelir elde etmektedirler. Bu işletmelerde, toplam masrafların aktif sermayeye oranı %18.38'dir. Hayvansal üretimde bulunan işletmelerin mali riski bulunmayıp, %27 düzeyinde faaliyet riski ile karşı karşıyadırlar. Örtüaltı yetiştiriciliğinde de benzer durum geçerlidir. Örtüaltı üretim yapan işletmeler düşük verim ve düşük fiyat ile karşılaştıklarında 166 bin TL elde ederken, yüksek verim ve yüksek fiyatla karşılaştıklarında 442 bin TL gelir elde etmektedirler. Örtüaltı üretimde bulunan işletmelerin faaliyet riski %13 ve mali riski %3'tür. İnceleme alanında faaliyet gösteren örtüaltı işletmelerinin karşı karşıya kaldığı toplam risk %16'dır. Arı ürünleri üretimi yapan işletmeler düşük verim ve düşük fiyat koşullarında 37 bin TL gelir elde ederken, yüksek verim ve yüksek fiyat koşullarında 91 bin TL gelir elde etmektedirler. Bu işletmelerin toplam masraflarının aktif sermayeye oranı %56'dır. Arıcılık işletmelerinin faaliyet riski %16 ve mali riski %3'tür. Arıcılık işletmelerinin toplam riski %19'dur. Samsun ilinde su ürünleri üretimi yapan işletmeler düşük verim ve düşük fiyat koşullarında 3.56 milyon TL gelir elde ederken, yüksek verim ve yüksek fiyat koşullarında 38 milyon TL gelir elde etmektedirler. Bu işletmelerin toplam masraflarının aktif sermayeye oranı %16.54'tür. Su ürünleri üretiminde bulunan işletmelerin faaliyet riski %3 olup, mali riski bulunmamaktadır. İşletmelerin karşı karşıya kaldığı toplam risk %3'tür.

### İşletmelerin karşılaştıkları sigortalanabilir riskler

İnceleme alanında sigortalanabilir riske sahip olan işletmelerin en fazla olduğu işletme tipi hayvancılık ve su ürünleri işletmeleridir. Hayvancılık yapan işletmelerin %88'i ve su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin %85,7'si sigortalanabilir riske sahiptir. Bunları karma işletmeler ile arıcılık işletmeleri takip etmektedir. Sigortalanabilir riske sahip işletmelerin yüzdesi karma işletmelerde %74, arıcılık işletmelerinde %73,2'dir. Sigortalanabilir riske sahip olan işletmelerin en az olduğu işletme tipi ise örtüaltı yetiştiriciliği yapan işletmelerdir ( $\chi^2=10.121$ ,  $p<0.05$ ). Örtüaltı işletmelerinin %59,3'ü sigortalanabilir riske sahip iken, %40,7'sinin karşı karşıya kaldığı risk için sigorta yapılması uygun değildir. Sigortalanabilir riske sahip işletmelerin, tarım sigortası yaptırma durumu işletme tipleri itibarıyla farklılık göstermektedir ( $\chi^2=21.180$ ,  $p<0.01$ ). En yüksek sigortalılık oranı tamamı sigorta yaptırmış olan su ürünleri işletmelerindeyken, en düşük sigortalılık oranı %42,9 ile örtüaltı yetiştiriciliği yapan işletmelerdedir. Sigortalılık oranı karma işletmelerde, hayvancılık işletmelerinde ve arıcılık işletmelerinde sırasıyla %63,2, %72,7 ve %80'dir (Çizelge 2). Araştırma bulguları daha önce yapılmış araştırmaların sonuçlarından biraz farklıdır. Kızıloğlu (2017) Konya ilinde karma tarım yapan işletmeler için sigorta yaptırmaya oranı %59 olarak bulmuştur. Yavuz (2011); Ankara ili Polatlı ilçesinde karma tarım işletmeleri için sigorta yaptırmaya oranı %45'tir. İnceleme alanında tarım sigortası yaptırmaya oranının diğer araştırma sonuçlarından yüksek çıkmasının coğrafik farklılıklar dışındaki sebebi, sigortalılık oranının belirlenmesinde sigortalanabilir riskin dikkate alınması şeklinde açıklanabilir. Diğer taraftan, inceleme alanında sigorta gerektirmeyen riske sahip işletmelerin %33'ü tarım sigortası yaptırmıştır (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** İşletme tiplerine göre karşılaşılan riskin sigortalanabilir olma durumu ve işletmecilerin sigorta yaptırmaya durumları

**Table 2.** Insurability of the risk by farm types and insurance status of the operators

	Karma		Örtüaltı		Hayvancılık		Arıcılık		Su ürünleri	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Risklerin sigortalanabilir olma durumu</i>										
Sigortalanabilir risk	57	74.0	35	59.3	22	88.0	30	73.2	18	85.7
Sigorta gerektirmeyen risk	20	26.0	24	40.7	3	12.0	11	26.8	3	14.3
Toplam	77	100.0	59	100.0	25	100.0	41	100.0	21	100.0
<i>Sigortalanabilir riske sahip işletmelerin sigorta yaptırmaya durumları</i>										
Sigorta yaptırmayan işletmeler	21	36.8	20	57.1	6	27.3	6	20.0	-	-
Sigorta yaptıran işletmeler	36	63.2	15	42.9	16	72.7	24	80.0	18	100.0
Toplam	57	100.0	35	100.0	22	100.0	30	100.0	18	100.0
<i>Sigorta gerektirmeyen riske sahip işletmelerin sigorta yaptırmaya durumları</i>										
Sigorta yaptırmayan işletmeler	6	30.0	22	91.7	1	3.3	10	91.0	2	66.7
Sigorta yaptıran işletmeler	14	70.0	2	8.3	2	66.7	1	9.0	1	3.3
Toplam	20	100.0	24	100.0	3	100.0	11	100.0	3	100.0

### Sigortalanabilir riske sahip işletmelerde sigorta yaptırmaya durumu ile sosyo-ekonomik özellikler arasındaki ilişkiler

Sigorta yaptıran karma işletmelerin sahip olduğu işgücü varlığı, sigorta yaptırmayan karma işletmelerinkinden fazladır ( $p<0.10$ ). İşletmelerin dekara sermaye yapıları incelendiğinde, sigortalanabilir riske sahip olup sigorta yaptırmayan karma işletmelerin işletme sermayesinin, sigorta yaptıran karma işletmelerden fazla olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.10$ ). Sigorta yaptırmayan işletmelerin dekara öz sermayeleri de yaptıranlardan fazladır ( $p<0.10$ ). Sigorta yaptırmayan karma işletmelerin tarımsal gelir ve net gelirleri, tarım sigortası yaptıranlardan daha fazladır ( $p<0.10$ ). Sigorta yaptırmayan karma işletmeler, sigorta yaptıran karma işletmelerden daha karlıdır ( $p<0.10$ ). Bu bulgu, inceleme alanında faaliyet gösteren karma işletmelerde gelir arttıkça, risk karşıtlığı azalmaktadır bulgusu ile uyumludur. Yani gelir

artışı karma işletmelerde tarım sigortası yaptırma oranını azaltmaktadır. Örtüaltı yetiştiriciliği yapan işletmeler incelendiğinde, sigorta yaptıran ve yaptırmayan işletmelerin yöneticilerinin tarımsal ve örtüaltı yetiştiricilik deneyimleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir ( $p>0.10$ ). Sigorta yaptıran örtüaltı işletmelerinin arazi büyüklüğü, sigorta yaptırmayan işletmelerinkinden fazladır ( $p<0.10$ ). Sigorta yaptırmayan örtüaltı işletmelerinin toplam sermayesi ve öz sermayesi, sigorta yaptıran örtüaltı işletmelerden daha yüksektir ( $p<0.01$ ). Sigorta yaptırmayan örtüaltı işletmelerinin tarımsal gelir ve net karı, sigorta yaptıran işletmelerden daha düşüktür ( $p<0.05$ ). Sigorta yaptıran örtüaltı işletmelerinin karlılığı, sigorta yaptırmayan işletmelerden daha yüksektir ( $p<0.10$ ) (Çizelge 3).

Sigorta yaptıran hayvancılık işletmelerinin ortalama işletme arazisi büyüklüğü ve büyükbaş hayvan birimine düşen toplam sermaye miktarı, sigorta yaptırmayan işletmelerinkinden fazladır ( $p<0.10$ ). Diğer taraftan, sigorta yaptırmayan hayvancılık işletmelerinin büyükbaş hayvan birimine düşen borçları, sigorta yaptıran hayvancılık işletmelerine göre daha fazladır ( $p<0.10$ ). Sigorta yaptırmayan hayvancılık işletmelerinin net kar ve tarımsal gelirleri, sigorta yaptıran hayvancılık işletmelerinkinden daha düşüktür ( $p<0.10$ ). Sigorta yaptıran hayvancılık işletmelerinde karlılığın, sigorta yaptırmayan işletmelere oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ) (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Sigortalanabilir riske sahip işletmelerin sigorta yaptırma durumlarına göre sosyo-ekonomik özellikleri

**Table 3.** Socio-economic characteristics of farms according to their insurance status

Sigorta durumu	Karma İşletmeler		Örtüaltı işletmeleri		İhtisaslaşmış hayvancılık işletmeleri		Arıcılık işletmeleri		Su ürünleri işletmeleri*
	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Var
İşletme sahibinin yaşı (yıl)	49.5 (11.7)	50.6 (11.4)	48.9 (10.4)	47.3 (10.1)	42.0 (8.0)	42.8 (10.7)	58.0 (8.2)	56.0 (9.8)	50.8 (12.0)
Öğrenim süresi (yıl)	7.1 (3.3)	6.5 (3.5)	6.8 (3.4)	5.6 (1.2)	7.7 (2.6)	9.3 (4.5)	7.3 (4.4)	9.8 (5.2)	12.8 (4.3)
Tarımsal deneyim (yıl)	26.8 (13.7)	26.9 (13.1)	23.4 (11.3)	25.4 (9.7)	17.3 (9.3)	21.3 (10.8)	20.3 (12.0)	24.3 (14.2)	15.0 (9.0)
Aile büyüklüğü (kişi)	4.7 (2.1)	5.4 (2.1)	5.2 (2.7)	5.3 (2.6)	6.3 (2.5)	5.4 (1.9)	3.2 (1.2)	4.2 (2.1)	4.1 (1.7)
İş gücü (EİB)	2.3 (1.4)	2.8 (1.1)	2.6 (1.3)	3.0 (1.1)	3.0 (1.2)	2.8 (1.3)	1.1 (0.6)	1.2 (0.8)	0.7 (1.0)
İşletme büyüklüğü (da, koloni, m <sup>3</sup> )	90.6 (73.2)	112.9 (152.7)	49.4 (114.3)	108.8 (111.3)	47.7 (36.3)	127.2 (105.7)	147.5 (78.2)	109.5 (115.0)	725.8 (673.4)
Hayvan mevcudu (BBHB)	23.7 (29.7)	15.8 (18.5)	2.7 (4.2)	10.7 (16.4)	149.2 (84.9)	161.8 (86.7)	-	-	-
İşletme sermayesi (bin TL/ da, koloni, m <sup>3</sup> )	6.4 (12.5)	1.9 (1.6)	1.4 (0.5)	2.3 (3.1)	9.3 (13.8)	9.3 (8.8)	75.3 (77.1)	72.0 (71.1)	12.6 (12.6)
Toplam sermaye (bin TL/ da, koloni, m <sup>3</sup> )	17.0 (21.5)	16.7 (24.0)	33.2 (21.8)	18.5 (9.4)	15.7 (18.3)	22.5 (26.0)	354.2 (383.8)	348.2 (345.5)	13.2 (12.8)
Borçlar (bin TL/ da, koloni, m <sup>3</sup> )	0.5 (1.2)	0.5 (0.4)	0.6 (0.4)	1.2 (1.0)	2.7 (5.6)	1.7 (6.0)	25.7 (37.7)	7.6 (10.2)	3.6 (5.7)
Öz sermaye (bin TL/ da, koloni, m <sup>3</sup> )	16.4 (20.4)	16.0 (23.9)	32.3 (21.4)	17.3 (9.2)	13.0 (15.6)	20.8 (23.1)	326.1 (390.8)	339.8 (345.3)	9.6 (13.4)
Tarımsal gelir (bin TL/ da, koloni, m <sup>3</sup> )	6.3 (23.4)	1.6 (2.5)	2.0 (0.8)	2.4 (3.2)	0.4 (2.5)	2.8 (8.1)	62.8 (80.8)	84.4 (130.9)	4.5 (6.0)
Net kar (bin TL da, koloni, m <sup>3</sup> )	6.6 (2.4)	1.9 (3.5)	2.5 (1.4)	2.7 (3.3)	0.1 (1.9)	2.9 (8.4)	68.1 (83.3)	90.4 (141.1)	4.5 (6.3)
Ekonomik rantabilite (%)	35.0 (10.9)	7.6 (10.4)	3.3 (4.0)	10.8 (33.4)	2.6 (12)	10.8 (31.3)	15.8 (21.5)	22.4 (37.9)	33.8 (46.6)
Mali rantabilite (%)	3.3 (8.4)	0.9 (1.6)	3.4 (4.1)	11.6 (34.1)	3.1 (14.1)	11.7 (35.3)	17.1 (21.1)	22.9 (37.9)	46.5 (44.5)

\*Yavru balık üreten işletmeler dahil değildir.

Sigorta yaptıran arıcılık işletmelerinde koloni başına düşen borç miktarı, sigorta yaptırmayan arıcılık işletmelerinden daha azdır ( $p<0.10$ ) (Çizelge 3).

Sigorta yaptıran ve yaptırmayan tarım işletmelerinin sosyo-ekonomik özellikleri daha önce yapılmış araştırma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, sigorta yaptıran karma ve ihtisaslaşmış hayvancılık işletmeleri yöneticilerinin yaşının daha önce Kumari et al. (2017) ve Gwary et al. (2012) tarafından belirtilen değerden büyük olduğu görülmüştür. Sigorta yaptıran hayvancılık ve arıcılık işletmeleri yöneticilerinin eğitim düzeyi daha önce yapılmış birçok çalışmada belirtilenden daha yüksektir (Pezikoğlu ve ark., 2012; Taşcı ve ark., 2014; Falola et al., 2014; Bharati et al., 2014; Kumari et al., 2017; Yazgı, 2017; Mahboob et al., 2019). Sigorta yaptıran tüm işletme tiplerinde işletmecilerin tarım deneyimi sigorta yaptırmayan işletmelere nazaran daha fazladır. Bu bulgu daha önce yapılmış birçok çalışmayla benzerlik göstermektedir (Falola et al., 2014; Yazgı, 2017; Mahboob et al., 2019). Sigorta yaptıran ihtisaslaşmış hayvancılık işletmelerinin aile büyüklüğü daha önce Falola et al. (2014) ve Gwary et al. (2012) tarafından belirtilen değerden daha azdır

Diğer işletme tiplerinde sigorta yaptıran işletmelerin aile büyüklüğü daha önce yapılmış çalışmalarda belirtilen aile büyüklüğü değerinden daha fazladır (İpekçioğlu ve ark., 2010; Yavuz, 2011; Yazgı, 2017; Mahboob et al., 2019). Bu çalışmada incelenen ve sigorta yaptıran hayvancılık işletmelerinin sahip olduğu işgücü yaptırmayanlardan daha azdır. Bu bulgu Lyu and Barre (2015) tarafından yapılan araştırma sonucu ile benzerlik göstermektedir. İnceleme alanında sigorta yaptıran diğer işletme tiplerinde kullanılan işgücü, sigorta yaptırmayan işletmelere nazaran daha fazladır. Bu bulgu Tümer ve Kumbasaroğlu (2008) tarafından yapılan çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Sigorta yaptıran arıcılık işletmelerinin işletme büyüklüğü sigorta yaptırmayanlardan daha düşüktür. Bu araştırma bulgusu daha önce yapılmış bazı araştırma sonuçlarıyla uyumludur (Pezikoğlu ve ark., 2012; Gwary et al., 2012; Bharati et al., 2014; Mahboob et al., 2019). İnceleme alanındaki diğer işletme tiplerinde sigorta yaptıranların işletme büyüklüğü, yaptırmayanlardan büyüktür. Sigorta yaptıran işletmelerin, yaptırmayanlardan daha büyük olduğu daha önce yapılmış birçok çalışmada bildirilmiştir (İpekçioğlu ve ark., 2010; Yavuz, 2011; Taşcı ve ark., 2014; Falola et al., 2014; Lyu and Barre, 2015; Kumari et al., 2017; Yazgı, 2017). Sigorta yaptıran örtüaltı ve ihtisaslaşmış hayvancılık işletmelerinde mevcut hayvan sayısı sigorta yaptırmayanlardan daha fazladır. Bu araştırma bulgusu Mahboob et al. (2019) tarafından belirtilen sonucu desteklemektedir. Sigorta yaptıran karma işletmelerin hayvan sayısı ise, sigorta yaptırmayanlara nazaran daha azdır. Bu bulgu Yavuz (2011) tarafından belirtilen araştırma bulgusuyla örtüşmektedir. Sigorta yaptıran örtüaltı işletmeleri, sigorta yaptırmayan işletmelere nazaran daha çok borçludur. Benzer bulgu Yavuz (2011), Yazgı (2017) ve Mahboob et al. (2019) tarafından yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir. Sigorta yaptıran karma işletmelerin tarımsal geliri, sigorta yaptırmayanlara nazaran daha azdır. Bu bulgu Kumari et al. (2017), Yavuz (2011) ve Mahboob et al. (2019) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarını desteklemektedir.

İnceleme alanında sigorta yaptıran diğer tip işletmelerin tarımsal geliri yaptırmayanlara nazaran fazladır. Benzer sonuçlar daha önce Pezikoğlu vd. (2012) ile Bharati et al. (2014) tarafından yapılan araştırmalarda da elde edilmiştir.

## **SONUÇ ve ÖNERİLER**

Tarım sigortası, zararın fazla ve oluşma olasılığının sigortalanabilir aralıkta olduğu, teknik koruma önlemlerinin yeterli olmadığı ve veri alt yapısı gibi sigortacılık için gerekli koşulların sağlandığı durumlarda uygulanabilen etkili bir risk transfer stratejisi niteliği taşıyan ve sektörde halihazırda genel kabul gören bir risk yönetim stratejisi konumundadır (Karahana ve ark., 2020)

Türkiye’de tarım sigortası ile ilgili yapılan araştırmalarda, sigorta şirketlerinde ve kamu kuruluşlarında sigortalılık oranı bütün çiftçilerin sigortalanabilir risk ile karşı karşıya olduğu varsayılarak sigorta yaptıran çiftçi sayısının, toplam çiftçi sayısına oranlanmasıyla bulunmaktadır. Tarım sigortası yaptırmayan bir çiftçi, karşılaştığı riskin sigortalanabilir olup olmadığına bakılmadan sigorta yaptırmayan grubuna dâhil edilmektedir. Oysa çiftçilerin tamamı sigortalanabilir risk ile karşı karşıya değildir.

Karşılaştıkları riskler sigortalanabilir nitelikte olmadığı durumlarda sigorta yaptırılması hem çiftçiler hem de sigorta şirketleri açısından doğru bir yaklaşım değildir. Bu sebeple, sigorta yaptırmayan bütün işletmeler yerine sigortalanabilir riske sahip olup da sigorta yaptırmayan işletmelere odaklanmak inceleme alanında sigortalılığın yaygınlaşmasını hızlandırabilecektir. Risk yönetimi ve özellikle sigortalanabilir risk ile ilgili temel bilgilerin tarımsal risk yönetimi alanında faaliyet gösteren tüm kademelere ve özellikle ziraat mühendislerinden oluşan kolaylaştırıcı ve aracı birimlere yaygınlaşması ve kamu ve özel sektör sigorta şirketlerinde görev alan profesyonel ve deneyimli uzmanların bu konudaki bilgi birikimlerinin artırılması faydalı olacaktır. Sigorta primlerinin belirlenmesinde sigortalanabilirlik özelliği fazla olan riskler ve işletmeler temel dayanak noktası olduğundan, mevcut prim tarifeleri yöre ve işletme koşullarına göre farklılaştırılmalı ve sigorta yaptıran işletmelerdeki hasarsızlık indirimi ve benzeri uygulamalar daha da yaygınlaştırılmalıdır. Risk yönetimi ile ilgili işletme düzeyinde temel verileri üreten araştırma geliştirme çalışmalarının yaygınlaştırılması ve üretilen verilerin karar alıcılara transfer edilmesi işletme koşullarına uygun sigorta primlerinin sağlıklı bir şekilde belirlenmesine katkı sağlayabilecektir.

Sigorta yaptırmayan ihtisaslaşmış hayvancılık ve arıcılık işletmeleri yöneticilerinin eğitim düzeyi sigorta yaptıran işletmelere nazaran daha düşüktür. Ayrıca sigorta yaptırmayan tüm işletme tiplerinin tarımsal deneyimi daha azdır. İşletme yöneticileri tarımsal tecrübeleri artarken karşılaştıkları risklerin üstesinden gelebilmek için tarım sigortasına yönelmektedirler. Bu nedenle tarımsal deneyimi daha az olan işletmeler için tarım sigortaları eğitimi önem arz etmektedir. Özellikle görsel veya yazılı medya aracılığıyla tarım sigortaları tanıtılmalı, önemi vurgulanmalıdır. Sigorta yaptırmayan karma, ihtisaslaşmış hayvancılık ve örtüaltı işletmelerinin işletme büyüklüğü sigorta yaptıran işletmelere nazaran daha küçüktür. Aynı zamanda sigorta yaptırmayan ihtisaslaşmış hayvancılık, örtüaltı ve arıcılık işletmelerinin tarımsal geliri sigorta yaptıranlara nazaran daha azdır. Bu işletmelerin sigorta yaptırabilmek için yeterli geliri elde etmek adına yeterli işletme büyüklüğüne sahip olmadığı açıktır. Ayrıca sigorta yaptırmayan ihtisaslaşmış hayvancılık ve arıcılık işletmelerinin borç yükü sigorta yaptıranlara nazaran daha fazladır. İşletme büyüklüğünü ve gelirlerini artırmak amacıyla kamu ve özel sektör kuruluşları tarafından tarım sektörüne verilen krediler tarımsal sigorta yaptırmayı teşvik edici özellikte olmalıdır.

İncelenen işletmelerde sigorta yaptırmama sebepleri bilgi eksikliği, sigorta priminin yüksekliği, sigorta kapsamının yetersiz olması, tazminatın zararı karşılamadığı inancı ve sahip oldukları arazinin küçük olmasıdır. Sigorta yaptırmama sebebi işletme tipine bağlı olarak değişmektedir. Karma işletmelerde inceleme alanı için belirtilen bütün sebepler geçerli iken, örtüaltı işletmelerinde kapsamın dar olması, tarım sigortası hakkında bilgi eksikliği ve arazinin küçük olması öne çıkan gerekçelerdir. Hayvancılık işletmelerinde ise sigorta priminin yüksekliği ve sigorta kapsamının yetersizliği ön plana çıkmaktadır. İnceleme alanında tarım sigortası ile ilgili olarak bilgilendirmeler sigorta şirketleri, gıda, tarım ve hayvancılık il/ilçe müdürlükleri ve üniversiteler tarafından yapılmaktadır. Araştırma sonuçları tarım sigortası ile ilgili bilgilendirme ve tanıtım çalışmalarının gıda, tarım ve hayvancılık il/ilçe müdürlükleri ve üniversiteler tarafından yapılması halinde sigortalılık oranının artacağını göstermiştir. Sigorta firmalarının kamu ve üniversitelerle olan iş birliğini artırması inceleme alanında sigorta yaptırmama oranını artırmaya yardımcı olacaktır. Sigortalılık oranının artırılması için hem sigorta şirketlerinin hem de hükümet yetkililerinin işletme tiplerinden kaynaklanan farklılığı dikkate alması yararlı olacaktır. Prim destek miktarının belirlenmesinde ve sigorta priminin bedelinin takdir edilmesinde karma işletmeler, hayvancılık işletmeleri için sigorta priminin yüksekliğinin ve kapsam yetersizliğinin mutlaka dikkate alınması gereklidir. Örtüaltı işletmeleri için kapsam ile birlikte bilgilendirmeler öncelikli konular olmalıdır. İnceleme alanında tarım sigortası poliçesi satan firmalar prim ödemelerini nisan ve eylül aylarına ayarlamalıdır ve en az 3 taksit yapmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Bu Makale TÜBİTAK tarafından desteklenen 116K695 numaralı projeden elde edilen verilerle hazırlanmıştır. Bu nedenle çalışmaya maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Akçaöz, H. ve B. Özkan, 2005. Determining risk sources and strategies among farmers of contrasting risk awareness: a case study for Çukurova region of Turkey. *Journal of Arid Environments*, 62, 661-675.
- Arrow, K.J. 1964. The role of securities in the optimal allocation of risk bearing. *The Review of Economic Studies*, 31, 91-96.
- Aslan, A., S. Atay, & M. Paksoy, 2012. "Malatya ilinde bitkisel ürün sigortaları uygulamalarına çiftçilerin yaklaşımı, 1156-1160" 10. Tarım Ekonomisi Kongresi. 5-7 Eylül 2012, Konya.
- Aydoğan, M., N. Topçu, G. Özyazıcı, & V. Ceyhan, 2013. "Samsun ili meyve üreticilerinin tarım sigortalarına eğilimlerinin belirlenmesi, 145-158" İç Anadolu Bölgesi Birinci Tarım ve Gıda Kongresi. 2-4 Ekim, Niğde.
- Bharati, R.C., N.K. Azad, K.M., Singh, S. Chakraborti, N. Chandra, & S.P. Singh, 2014. Factors affecting adoption of crop insurance in bihar. *Journal of Agri Search* 1(2): 102-107.
- Binici, T., A. Koç, C.R. Zulauf, & A. Bayaner, 2003. Risk attitudes of farmers in terms of risk aversion: a case study of lower seyhan plain farmers in Adana province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27, 305-312.
- Binswanger, H.P. 1980. Attitudes toward Risk: Experimental measurement in rural India. *American Journal of Agricultural Economics*, 62(3): 395-407.
- Bozoğlu M., V. Ceyhan & H.A. Cinemre, 2001. Tonya ilçesinde süt işletmelerinin ekonomik yapısı ve karşılaştıkları riskler: risk ölçümü ve uygun risk yönetim stratejileri. Ziraat Odaları Birliği Yayın No: 228, Ankara.
- Ceyhan, V., H.A. Cinemre, & K. Demiryürek, 1996. Samsun ili terme ilçesinde çiftçilerin risk davranışlarının belirlenmesi. *OMÜ Araştırma Serisi*, 3, 45-53.
- Çevrimli, M.B. & E. Sakarya, 2017. Tarsim Arılı Kovan Sigortası Uygulamaları; TR32 Bölgesi Örneği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1):1-10.
- Çukur, F., G. Saner, T. Çukur, & K. Uçar, 2008. Malatya İlinde Kayısı üreticilerinin riskin transferinde tarım sigortasına bakış açılarının değerlendirilmesi: Doğanşehir İlçesi Polatdere Köyü örneği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 45, 2.103-111.
- Demiryürek, K., V. Ceyhan, & O. Uysal, 2006. Organik ve geleneksel fındık yetiştiricilerinin risk tutumlarının karşılaştırılması. 7. Tarım Ekonomisi Kongresi, 13-15 Eylül, Antalya.
- Dillon, L. J. & P.L. Scandizzo, 1978. Risk attitudes of subsistence farmers in northeast Brazil: a sampling approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 60, 3, 425-435.
- Falola, A., I.K. Banjoko, & B.O. Agboola, 2014. Comparative technical efficiency of insured and uninsured cocoa farm operators in Ondo State, Nigeria. *Journal of Agricultural Sciences*. 59 (3): 341-351.
- Gündüz, O. & K. Esengün, 2007. Tokat İli merkez ilçede domates yetiştiren işletmelerin risk davranışına göre sosyo-ekonomik Analizi. *Gaziosmanpaşa Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24, 1, 51-62.
- Gwary, M.M., T.M. Gwary, & S.B. Mustapha, 2012. Discriminant analysis of the influence of farmers' socio-economic characteristics on their participation in research and extension activities in Borno State, Nigeria. *International Research Journal of Social Sciences*. Vol. 1(4), 1-6.
- Hardaker, J.B., R.B.M. Huirne, & J.R. Anderson, 1997. *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International, ISBN 0 85199 119 X, Biddles Ltd., UK., 288 pp.
- Hazneci, E. 2009. Amasya İli Merzifon İlçesinde Süt Sığırcılığı Yapan Tarım İşletmelerinde Risk Analizi, Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Yüksek Lisans Tezi, 106 s.
- Holloway, C. 1979. *Decision Making Under Uncertainty: Models and Choices*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey., 522 pp.
- İpekçioğlu, Ş., T. Işgın, T. Monis, G. Saner, & A. Bilgiç, 2010. "Güneydoğu Anadolu Bölgesinde devlet destekli bitkisel ürün sigortası yaptırma istekliliğinin belirlenmesi, 259-265" IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, Şanlıurfa.
- Karahan, Ö. 2002. *Tarımda Üreticilerin Risk Karşısındaki Davranışları Üzerine Bir Araştırma*. Ege Bölgesinden Bir Örnek Olay, Ege Üniversitesi, İzmir, Doktora Tezi, 163 s.
- Karahan Uysal Ö. , G. Saner, V. Ceyhan, Z. Bayramoğlu, B. Engürülü, E. İ. Tümer, Y. Akyüz, M.K. Tekin, B. Doğan Öz, 2020. "Tarımda risk yönetimi: mevcut durum ve gelecek eğilimleri, 807-834" Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2, Ankara, Türkiye, Cilt.2, 13 - 17 Ocak 2020.

- Kızıloğlu, R. 2017. Üreticilerin tarım sigortası yaptırmaya etkileyen faktörlerin belirlenmesi konya ili akşehir ilçesi örneği. *Alinteri Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (1): 19-26.
- Kıracı, M.A., T. Kıran, E. Solak, D. Koray, & A. Altıntaş, 2014. Trakya'da yer alan bağcılık işletmelerinde ürün sigortası uygulamalarına yönelik üreticilerin yaklaşımları, karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 15(1): 9-15.
- Kumari, M., K.M. Sing, R.R. Mishra, D.K. Sinha, & N. Ahmad, 2017. Role of socioeconomic variables in adoption of crop insurance: a discriminant function approach. *Economic Affairs*, Vol. 62, No. 3, pp. 1-5.
- Lyu, K. & T. Barre, 2015. Crop insurance program purchase decision and role of risk aversion: evidence from maize production areas in China. 29th International Conference of Agricultural Economists, Milano.
- Mahboob, M.H., Q.M. Rehman, K. Hamid, & M.Y. Saeed, 2019. Insured and non-insured livestock farmers' perception toward livestock insurance- a case study of Faisalabad-Pakistan. *Journal of Livestock Science*, 10: 48-52.
- Özsayın, D. & B. Çetin, 2004. "Hayvan sigortası yaptırmış işletmelerde risk ve risk yönetimi algılamaları . VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 562-584" 16-18 Eylül, Tokat.
- Pezikoğlu, F., M.E. Ergun, M. Öztürk, A. Altıntaş, & M. Uçar, 2012. "Bursa İlinde bitkisel ürün sigortası uygulamalarına yönelik çiftçi yaklaşımı, 1098-1102" 10. Tarım Ekonomisi Kongresi, Konya.
- Pratt, J. 1964. Risk aversion in the small and in the large. *Econometrica* 32:122-36.
- Saner, G. 1999. Tarımda Riskin Ölçülmesine İlişkin Bir Deneme 'Süt Sığırıcılığı Örneği'. Araştırma Projesi, Bornova, İzmir.
- Taşcı, R., S. Karabak, R. Demirtaş, & B. Gülçubuk, 2014. "Ankara, Çorum ve Kayseri İllerinde çiftçilerin risk yönetimi ve tarım sigortası uygulamaları, 1035,1041" XI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 3-5 Eylül, Samsun.
- Tümer, E. İ. & H. Kumbasaroğlu, 2008. Tokat İli Turhal İlçesinde hayvan sigortası yaptıran ve yaptırmayan işletmelerde inek sütü maliyetlerinin hesaplanması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(2), 187-194.
- Tümer, E., A. Birinci, & A. Aksoy, 2010. Tarımsal üretimi etkileyen risk faktörleri ve stratejilerinin belirlenmesi: Erzurum İli örneği. IX. Türkiye Tarım Ekonomisi Kongresi, 22-24 Eylül, Şanlıurfa.
- Tümer, E.İ. 2011. Bitkisel ürün sigortası yaptırma isteğinin belirlenmesi: Tokat İli örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42 (2): 153-157.
- Yavuz, G. 2011. Polatlı İlçesinde Üreticilerin Tarım Sigortası Yaptırmaya Karar Verme Sürecinde Etkili Olan Faktörlerin Analizi. Ankara Üniversitesi, Ankara, Doktora Tezi, 140 s.
- Yazgı, F.E. 2017. Türkiye'de Tarım Sigortası Uygulamaları, Uygulamada Karşılaşılan Sorunlar ve Alternatif Model Arayışı. Ankara Üniversitesi, Ankara, Doktora Tezi, s.
- Zuhair, S.M.M., D.B. Taylor, & R.A. Kramer, 1992. Choice of utility function form: its effect on classification of risk preferences and the prediction of farmer decisions. *The Journal of Agricultural Economics*, Vol.6, 333-334.







## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):581-590  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.847997>

Duygu TOSUN<sup>1\*</sup>

Nevin DEMİRBAŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bornova-İzmir/Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):  
[duygu.tosun@ege.edu.tr](mailto:duygu.tosun@ege.edu.tr)

# Kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren işletmelerin gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeyi: İzmir ve Afyonkarahisar illeri örneği\*

Compliance level of the enterprises in the red meat and meat products industry with food safety criteria: A case study from İzmir and Afyonkarahisar provinces

\* Bu makale ilk yazarın doktora tezinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 28.12.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 27.04.2021

## ÖZ

**Amaç:** Kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren farklı nitelikteki işletmelerin gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeylerinin belirlenmesidir.

**Materyal ve Metot:** İzmir ve Afyonkarahisar illerinde faaliyet gösteren mezbaha (19), kombina (13) ve et ve et ürünleri işleyen (39) olmak üzere toplam 71 işletmenin yöneticisi ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir. İşletmelerin gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeyinin belirlenmesinde Beşli Likert Ölçeği kullanılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** İşletmelerin gıda güvenliğine ilişkin genel teknik ve hijyenik kriterlere uyum düzeyi yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte, özellikle mezbahalarda modern teknolojiye sahip olma oranı beklenen düzeyde değildir. Yine, işletmelerin sadece %14.08'inde laboratuvar bulunması önemli bir bulgudur.

**Sonuç:** Kırmızı et sektöründe gıda güvenliği, hayvancılık işletmelerinden başlayarak tüketime kadar olan arz zinciri boyunca mevzuatın gerektirdiği kriterlere uyumunu gerektirmektedir. Kırmızı et işleme sanayiinde de gıda güvenliğinin sağlanabilmesi, büyük ölçüde, primer üretimde gıda güvenliği koşullarının sağlanmasına bağlıdır. İşleme sanayii açısından ise incelenen işletmelerde modernizasyonun teşvik edilmesi, gıda güvenliği yönetim sistem belgelerinin alınması ve istihdam edilen elemanların hizmet içi eğitimleri ile daha güvenilir et ve et ürünleri üretiminin teşvik edilebileceği sonucuna varılmıştır.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the compliance level of the enterprises with different qualifications operating in the red meat and meat products industry with food safety criteria.

**Material and Methods:** A total of 71 face-to-face surveys were conducted with the managers of slaughterhouses (19), meat combines (13) and meat and meat product processing plants (39) in İzmir and Afyonkarahisar Provinces. Five-point Likert Scale was used to determine the compliance level of the food safety criteria that enterprises should meet.

**Results:** Compliance level of the enterprises with general technical and hygienic criteria regarding food safety in the study was found to be high. However, the rate of having modern technology was not at the desired level in slaughterhouses. Moreover, it is an important finding that only 14.08% of the enterprises have their own laboratories.

**Conclusion:** Food safety in red meat sector requires compliance to criteria that are required by legislation throughout the supply chain starting from husbandry enterprises to consumption. Food safety in processing industry highly requires ensuring food safety conditions in primary production. In terms of processing industry, promoting modernization, obtaining the food safety management system certificate and in-service training of the employees could provide a safer production of meat and meat products in the surveyed enterprises.

**Anahtar sözcükler:** Et işleme, gıda güvenliği, kırmızı et, kombina, mezbaha

**Keywords:** Meat processing, food safety, red meat, meat combines, slaughterhouse

## GİRİŞ

Günümüzde tüketiciler kaliteli ve güvenli gıda konusunda daha fazla endişe duymakta, sağlıklı ve güvenli gıda tüketimine duyarlılık giderek artmaktadır (Trienekens & Zuurbier, 2008; Demirkol & Azabagaoglu, 2017, Ha et al., 2019). Söz konusu endiŐeler kırmızı et için de geçerli olup; gıda güvenliği ve kaliteye yönelik tüketici talepleri her geçen yıl artmaktadır (Troy et al., 2016). Türkiye’de kişi başına toplam protein tüketimi yeterli olmakla birlikte, büyük bölümü bitkisel kaynaklıdır (Saygın & Demirbaş, 2018; Taşkın vd., 2020). Türkiye’de mevcut nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesinin sağlanması ve gelecek nesiller açısından, beslenmede önemli bir role sahip olan kırmızı et üretiminin artırılması ve kişi başına yeterli kırmızı et arzının sağlanması gerekmektedir. Ancak, tüketici sağlığı ve talepleri göz önüne alındığında, yeterli ve dengeli beslenmenin garanti altına alınması kadar, tüketicilere güvenli ve kaliteli kırmızı et arzının tedariki de büyük önem taşımaktadır.

Dünyanın birçok yerinde gıda güvenliği beklentileri ve hijyenik koşullarda işlenmiş et ürünleri ihtiyacı modern et işleme tesislerinin geliştirilmesine yol açarken, halen ilkel şartlarda kesimlerin yapıldığı modernize edilmemiş tesisler de bulunmaktadır (FAO, 2009). Birçok Asya ülkesi, Batı ülkelerine kıyasla et ve et ürünleri kalitesinin sağlanması için gelişmiş teknolojilere ve standartlara sahip değildir. Bununla birlikte, küresel ölçekte et kalitesini iyileştirmek ve gıda güvenliğini sağlamak için yenilikçi ve sürdürülebilir teknolojilere talep artmaktadır (Zhang et al., 2017). Türkiye’de de tüketicilerin gıda güvenliğine verdiği önem artmaktadır. Tüketici taleplerinin zaman içerisinde deđiŐmesi, gıda sanayii işletmelerini yenilikçi olmaya ve modern teknolojileri kullanmaya yönlendirmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2014).

Türkiye’de kırmızı et sanayiinde faaliyet gösteren kurum ve kuruluşların başında mezbahalar, kombinalar ve et ürünleri işleyen tesisler gelmektedir (DPT, 2001). Güvenli et ve et ürünleri tüketimi, hayvanların gıda güvenliğine uygun şartlarda çalışan ruhsatlı kesimhanelerde kesilmesi ve karkas etin sanayide yine gıda güvenliği kurallarına uygun işlenerek, uygun koşullarda tüketiciye sunulmasına bağlıdır. Türkiye’de 2012 Gıda Sanayi Envanteri’ne göre, 577 büyükbaş ve 523 küçükbaş kesimhanesi bulunmaktadır. Aynı envantere göre, 502 çiğ kırmızı et, 350 ısıl işlem görmüş sucuk benceri ürün, 313 köfte, 183 fermente sucuk, 133 salam, 130 kavurma, 121 sosis, 122 pastırma ve 116 döner işletmesi kırmızı et sanayiinde faaliyet göstermektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2012).

Bu çalışmada, Ege Bölgesi’nde kırmızı et üretiminin yoğun olduğu İzmir ve Afyonkarahisar illerindeki kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren işletmelerin gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeylerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. İşletmelerin gıda güvenliğine ilişkin uyması gereken genel kriterler belirlenirken, “Kırmızı Et ve Et Ürünleri Üretim Tesislerinin Çalışma ve Denetleme Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik” kapsamındaki teknik ve hijyenik şartlar dikkate alınmıştır (Resmi Gazete, 2005a). 2011 yılında yayımlanan “Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları” yönetmeliğinin yayımlanması ile söz konusu yönetmelik yürürlükten kaldırılmış ve aynı yönetmeliğin geçici maddesinde, faaliyette olan işletmelerin onay alınmaya kadar bu yönetmelik ile aykırı olmayan hükümlerin uygulanmasına devam edileceği belirtilmiştir. Mezbahalarla ilgili genel kriterler belirlenirken, ayrıca Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları yönetmeliğinde de yararlanılmıştır (Resmi Gazete, 2011).

Çalışmada sadece kırmızı et sanayiinde faaliyet gösteren işletmeler ele alınmakla birlikte, kırmızı et üretiminde gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için bütünsel bir yaklaşımın gerekli olduğu açıktır (Desmarchelier et al., 2007). Devamlı ve kaliteli hammadde temini et sanayiinin en önemli gereksinimlerinden biridir (Troy & Kerry, 2010; Troy et al., 2016). Bu nedenle, Türkiye’de de kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde gıda güvenliğinin sağlanması için üretimden tüketime kadar olan zincir boyunca gıda güvenliği kurallarına uyulması vazgeçilmezdir (Tosun & Demirbaş, 2012).

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini İzmir ve Afyonkarahisar illerinde kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren işletmeler oluşturmaktadır. Kırmızı et ve et ürünleri sanayii kapsamında gerek belediye gerekse özel sektöre ait mezbahalar, kırmızı et ve et ürünleri işleyen işletmeler ve bünyesinde hem mezbaha hem de işleme tesisi bulunduran kombinalar ile görüşülmüştür. Araştırmada illerde faaliyet gösteren işletmelerin tamamıyla anket yapılması planlanmıştır. Ancak, bazı yöneticilerin anket yapmayı kabul etmemesi, bazı yöneticilere ulaşılamaması veya bazı işletmelerden sağlıklı ve güvenilir bilgi alınamaması nedeniyle 71 işletme ile yapılan anket sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Buna göre, İzmir ilinde görüşülmesi planlanan işletmelerin %79.55'i ile görüşülmüş ve 35 anket, Afyonkarahisar ilinde ise görüşülmesi planlanan işletmelerin %63.16'sı ile görüşülmüş ve 36 anket yapılmıştır. İzmir ilinde 14 mezbaha, iki kombina ve 19 et ve et ürünleri işleyen işletme, Afyonkarahisar ilinde ise beş mezbaha, 11 kombina ve 20 et ve et ürünleri işleyen işletme ile görüşülmüştür. Anket sayılarının il ve ilçelere göre dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir. Anketler Şubat-Temmuz 2015 tarihlerinde yapılmıştır.

**Çizelge 1.** Anket yapılan işletmelerin iller ve ilçeler itibarıyla dağılımı

**Table 1.** Distribution of the enterprises surveyed by provinces and districts

İl	Anket Sayısı	Afyonkarahisar	Anket Sayısı
Aliağa	1	Bolvadin	3
Bayındır	1	Çay	1
Bergama	1	Dinar	1
Bornova	2	Merkez	22
Çandarlı	1	Sandıklı	3
Gazimir	1	Şuhut	6
Kemalpaşa	4	Toplam	36
Kınık	1		
Kiraz	1		
Konak	2		
Menderes	4		
Menemen	4		
Ödemiş	1		
Selçuk	1		
Tire	7		
Torbalı	1		
Urla	2		
Toplam	35		

Kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde faaliyet gösteren işletmelerin ele alınan gıda güvenliği kriterlerine uyum düzeyinin belirlenmesinde 1 çok düşük, 5 çok yüksek olacak şekilde "Beşli Likert Ölçeği" kullanılmıştır (Malhotra, 1996). Güvenilirlik analizinde Cronbach's Alpha katsayısı kullanılmıştır. Söz konusu katsayı 0 ile 1 arasında değer almakta ve değerin 0.7'den büyük olması beklenmektedir (Mazzocchi, 2008).

## ARAŞTIRMA BULGULARI

### İşletme yöneticilerinin ve işletmelerin genel özellikleri

Araştırmada görüşülen yöneticilerin yaklaşık %85'i erkek ve %15'i kadınlardan oluşturmaktadır. Yöneticilerin yaş ortalaması yaklaşık 44, eğitim süresi 14 yıl, hayvancılık sektöründeki deneyimleri 19 yıl, kırmızı et sektöründeki deneyimleri 18 yıl ve mevcut işletmedeki deneyimleri ise 13 yıl olarak belirlenmiştir.

İzmir ilinde incelenen 14 mezbananın 11'i, Afyonkarahisar ilinde incelenen beş mezbananın ise dördü belediye mezbanasıdır. Afyonkarahisar ilinde hayvan kesim yeri olarak genellikle özel kombinalar tercih edilmektedir. Yine, Afyonkarahisar'da incelenen kombinaların %54.55'i anonim şirkettir. İncelenen et ve et ürünleri işleyen işletmelerin İzmir ilinde %42.11'ini, Afyonkarahisar ilinde ise %55'ini limited şirketler oluşturmaktadır (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** İncelenen işletmelerin işletme çeşidine göre hukuki yapıları

**Table 2.** Legal structure of the businesses according to enterprise type

	Özellikler	Genel		İzmir		Afyonkarahisar	
		Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Mezbaha	Anonim Şirket	1	5.26	-	-	1	20.00
	Limited Şirket	2	10.53	2	14.29	-	-
	Kooperatif	1	5.26	1	7.14	-	-
	Belediyeye Ait İşletmeler	15	78.95	11	78.57	4	80.00
	Toplam	19	100.00	14	100.00	5	100.00
Kombina	Şahıs İşletmesi	2	15.38	1	50.00	1	9.09
	Anonim Şirket	7	53.85	1	50.00	6	54.55
	Limited Şirket	4	30.77	-	-	4	36.36
	Toplam	13	100.00	2	100.00	11	100.00
Et ve et ürünleri işleyen işletmeler	Şahıs İşletmesi	14	35.90	5	26.32	9	45.00
	Anonim Şirket	5	12.82	5	26.32	-	-
	Limited Şirket	19	48.72	8	42.11	11	55.00
	Kooperatif	1	2.56	1	5.26	-	-
	Toplam	39	100.00	19	100.00	20	100.00

Her iki ilde de incelenen mezbahaların büyük bir çoğunluğunda çalışan sayısı 10 kişinin altındadır. 50 ve 50'den fazla çalışanı bulunan mezbaha sayısı yalnızca iki tanedir. Kombinaların ise %38.46'sında çalışan sayısı 50 ve üstündedir. Et ve et ürünleri işleyen işletmelerin, %48.72'sinde 10 ve altında kişi, %35.90'nında 11 ile 25 arasında kişi, %7.69'unda 26 ile 49 kişi ve yine %7.69'unda 50 ve daha fazla kişi istihdam edilmektedir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** İncelenen işletme çeşitlerine göre personel sayısının dağılımı

**Table 3.** Personnel number according to enterprise type

	Personel Sayısı	Genel		İzmir		Afyonkarahisar	
		Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Mezbaha	≤ 10	11	57.89	7	50.00	4	80.00
	11-25	4	21.05	4	28.57	0	0.00
	26-49	2	10.53	2	14.29	0	0.00
	50 ≤	2	10.53	1	7.14	1	20.00
	Toplam	19	100.00	14	100.00	5	100.00
Kombina	≤ 10	2	15.38	0	0.00	2	18.18
	11-25	4	30.77	1	50.00	3	27.27
	26-49	2	15.38	0	0.00	2	18.18
	50 ≤	5	38.46	1	50.00	4	36.36
	Toplam	13	100.00	2	100.00	11	100.00
Et ve et ürünleri işleyen işletmeler	≤ 10	19	48.72	7	36.84	12	60.00
	11-25	14	35.90	8	42.11	6	30.00
	26-49	3	7.69	2	10.53	1	5.00
	50 ≤	3	7.69	2	10.53	1	5.00
	Toplam	39	100.00	19	100.00	20	100.00

Gıda arz zincirinde teknik açıdan kalifiye personel eksikliği, gıda güvenliğinin sağlanmasında önemli bir kısıt olabilmektedir. Bu durum, özellikle mikrobiyolojik açıdan riskli bir ürün olan çiğ et ile çalışırken gıda kaynaklı hastalıklar açısından önem arz etmektedir (De Boeck et al., 2016). İncelenen işletme yöneticilerinin yaklaşık %76.06'sı sanayide kalifiye eleman sayısının yetersiz olduğu ifadesine tamamen katıldıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 4). Araştırmada elde edilen bu sonuç, gıda güvenliği açısından, hizmet içi eğitim konusunun kırmızı et işleme sanayiinde önemini ortaya koymaktadır.

**Çizelge 4.** Yöneticilerin “kalifiye eleman yetersizliği” ifadesine katılma durumu

**Table 4.** Managers point of view on the statement “lack of qualified staff”

	Sayı	%
Hiç katılmıyorum	4	5.63
Kısmen katılıyorum	3	4.23
Orta derecede katılıyorum	6	8.45
Katılıyorum	4	5.63
Tamamen katılıyorum	54	76.06

5996 Sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu kapsamında kombinalar, kesimhaneler, parçalama ve bağırsak işleme tesislerinde veteriner hekim, et ve et ürünleri işleyen iş yerleri için ise veteriner hekim, gıda mühendisi, ziraat mühendisi (gıda bölümü) çalıştırmak zorunludur (Resmi Gazete, 2010). Araştırmada incelenen mezbaha ve kombinaların tamamında veteriner bulunmaktadır. Et ve et ürünleri işleme tesislerinin İzmir ilinde %57.89'unda ve Afyonkarahisar ilinde ise %80.00'inde veteriner hekim istihdam edilmektedir. İşletmelerde gıda mühendisi istihdam etme oranı İzmir'de %57.89 ve Afyonkarahisar'da ise %45'dir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** İncelenen işletmelerde meslek gruplarına göre istihdam

**Table 5.** Employment of occupational groups according to enterprise type

	Meslek Grupları	Genel		İzmir		Afyonkarahisar	
		Var	%	Var	%	Var	%
Mezbaha	Gıda Mühendisi	-	-	-	-	-	-
	Veteriner Hekim	19	100.00	14	100.00	5	100.00
Kombina	Gıda Mühendisi	6	50.00	1	50.00	5	50.00
	Veteriner Hekim	13	100.00	2	100.00	11	100.00
Et ve et ürünleri işleyen işletmeler	Gıda Mühendisi	20	51.28	11	57.89	9	45.00
	Veteriner Hekim	27	69.23	11	57.89	16	80.00

### İşletmelerde gıda güvenliği uygulamaları

2005 yılında yayınlanan “Gıda ve Gıda ile Temasta Bulunan Madde ve Malzemelerin Piyasa Gözetimi, Kontrolü ve Denetimi ile İşyeri Sorumluluklarına Dair Yönetmelik” kapsamında gıda işletmeleri “Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları” (HACCP) ilkelerine dayanan prosedürleri uygulamak ve sürdürmekle yükümlü tutulmuştur. HACCP, gıda güvenliği için önemli olan tehlikeleri tanımlayan, değerlendiren ve kontrol eden gıda güvenlik sistemidir (Resmi Gazete, 2005b). Türkiye’de 2006 yılından itibaren Uluslararası Standart Örgütü (ISO) tarafından hazırlanan ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi uygulanmaya başlanmıştır. ISO 22000, HACCP ve ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi Standartlarını kapsamaktadır (Söyler vd., 2009; Çopur vd, 2010). ISO 14000 ise işletmelerin çevresel performansının geliştirilmesi için oluşturulan Çevre Yönetim Sistem belgesidir.

İncelenen işletmelerin %50.70'i ISO 22000, %33.80'i ISO 9001 ve %9.86'sı ISO 14000 belgesine sahiptir (Çizelge 6). ISO 22000 sertifikasına sahip olma oranı mezbahalarda düşüktür.

**Çizelge 6.** İşletmelerin sahip olduğu standartlar**Table 6.** Standards that enterprises have

	İşletme Sayısı	%
ISO 9001	24	33.80
ISO 22000	36	50.70
ISO 14000	7	9.86

\*Bazı işletmeler birden fazla belgeye sahiptir.

İncelenen mezbahaların tamamında laboratuvar bulunmamaktadır. Görüşülen toplam işletmelerin sadece 10 tanesinde laboratuvar olduğu ve söz konusu laboratuvarların beşinin kombinalarda geri kalan beşinin ise et ve et ürünleri işleyen işletmelerde olduğu tespit edilmiştir. İşletmeler bir bütün olarak değerlendirildiğinde sadece %14.08’inde laboratuvar bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** İşletmelerde laboratuvar bulunma durumu**Table 7.** Laboratory availability of enterprises

	Mezbaha	%	Kombina	%	Et ve et ürünleri işleyen işletmeler	%	Toplam	%
Laboratuvar var	-	-	5	38.46	5	12.82	10	14.08
Laboratuvar yok	19	100.00	8	61.54	34	87.18	61	85.92

İncelenen mezbahaların %10.53’ü üretim teknolojilerini geleneksel, %21.05’i modern ve %68.42’si modern teknolojiye geçiş aşamasında olarak tanımlamışlardır. Üretim teknolojisini modern olarak tanımlayan kombinaların oranı %61.54, et ve et ürünleri işleyen firmaların oranı ise %53.85’dir (Çizelge 8). Buna göre özellikle mezbahalarda modern teknolojiye geçişle ilgili çalışmaların hız kazandırılmasının önemli olduğu belirtilebilir.

**Çizelge 8.** İşletmelerde üretimde kullanılan teknoloji düzeyi**Table 8.** Technology level of the enterprises used in production

	Mezbaha	%	Kombina	%	Et ve et ürünleri işleyen işletmeler	%	Toplam	%
Geleneksel	2	10.53	1	7.69	-	-	3	4.23
Modern	4	21.05	8	61.54	21	53.85	33	46.48
Modern teknolojiye geçiş	13	68.42	4	30.77	18	46.15	35	49.30

Kırmızı et ve et ürünleri işletmelerinin uyması gereken genel teknik ve hijyenik kriterler Çizelge 9’da verilmiştir. Buna göre araştırma kapsamındaki işletmelerde ele alınan kriterlere uyma oranı yüksek olup; ifadelerin “Beşli Likert Ölçek” ortalaması 4.58’in üzerindedir. Kombina ve et ve et ürünleri işleyen işletmelerin yöneticileri söz konusu çizelgede verilen ifadelerin tamamına katıldıklarını belirtmişlerdir. Mezbahaların yöneticileri ise çalışan personel için “düzgün, kolay temizlenebilir, yeterli büyüklükte odalar ile lavabo, duş, dolaplar vb. bulunur” (4.42), “kapı ve pencereler üretim için uygun koşullardadır” (4.42), “karkaslar en fazla +4 °C ve sakatat ise +3 °C soğutulmadan sevk edilmemektedir” (4.33), “oluşan atık ve artıkların hijyenik şartlara uygun bir şekilde bertaraf ve tahliyesi sağlanmaktadır” (4.32), “havalandırma ve buhar tahliyesini sağlayacak uygun bir sistem vardır” (4.26), “çöp ve atıklar için su geçirmez, paslanmaz, kolay temizlenebilir ve kilitlenebilir yapıda araçlar bulunur” (4.42), “aletlerin temizlenip dezenfekte edilmesi için uygun bir yer ve yeterli imkanlar bulunur” (4.21), “atık suyun tasfiyesi uygun koşullarda yapılır, canlı

hayvan ve et nakil araçlarının temizlik ve dezenfeksiyonu için yeterli imkanlara sahip yerler bulunur” (4.11), “tesis çevresi yeterli yükseklikte duvar veya tel örgü ile çevrilidir” ve “temiz ve kirli bölümler arasında uygun bir ayırım vardır” (4.05) ve “temiz ve kirli bölümler arasında uygun bir ayırım vardır” (3.74) ifadelerine katıldıklarını belirtmişlerdir.

**Çizelge 9.** İşletmelere ilişkin genel teknik ve hijyenik kriterler

**Table 9.** General technical and hygienic criteria of the enterprises

	Mezbaha	Kombina	Et ve et ürünleri işleyen işletmeler	Genel Ortalama*
Etin üretildiği yerde zemin, duvarlar ve tavan su geçirmez ve kolay temizlenebilir.	4.84	5.00	4.97	4.94
Yeterli havalandırma ve ışık vardır.	4.74	5.00	4.97	4.92
Kapasiteye göre yeterli büyüklük ve sayıda soğuk hava deposu vardır.	4.79	5.00	4.92	4.90
Kullanılan alet ve ekipman kolayca temizlenip dezenfekte edilebilecek nitelikte paslanmaz materyaldendir.	4.58	5.00	4.95	4.86
Çalışan personel için düzgün, kolay temizlenebilir, yeterli büyüklükte odalar ile lavabo, duş, dolaplar vb. bulunur.	4.42	5.00	4.97	4.83
Kapı ve pencereler üretim için uygun koşullardadır.	4.42	5.00	4.95	4.82
Karkaslar en fazla +4 °C ve sakatat ise +3 °C soğutulmadan sevk edilmemektedir.	4.33	5.00	4.95	4.80
Et ve et ürünleri ile ilgili tüm bölümlerde termometre veya termograf bulunur.	4.58	4.69	4.92	4.79
Veteriner hekim için gerekli alet ve ekipmana sahip kilitlenebilir bir oda bulunur.	4.63	5.00	4.77	4.78
Oluşan atık ve artıkların hijyenik şartlara uygun bir şekilde bertaraf ve tahliyesi sağlanmaktadır.	4.32	5.00	4.92	4.77
Temizlik ve dezenfeksiyon için uygun bir sistem bulunur.	4.47	4.69	4.92	4.76
Havalandırma ve buhar tahliyesini sağlayacak uygun bir sistem vardır.	4.26	5.00	4.90	4.75
Çöp ve atıklar için su geçirmez, paslanmaz, kolay temizlenebilir ve kilitlenebilir yapıda araçlar bulunur.	4.42	4.69	4.92	4.75
Aletlerin temizlenip dezenfekte edilmesi için uygun bir yer ve yeterli imkanlar bulunur.	4.21	4.69	4.97	4.72
Atık suyun tasfiyesi uygun koşullarda yapılır.	4.11	5.00	4.87	4.69
Canlı hayvan ve et nakil araçlarının temizlik ve dezenfeksiyonu için yeterli imkanlara sahip yerler bulunur.	4.47	5.00	4.65	4.66
Tesis çevresi yeterli yükseklikte duvar veya tel örgü ile çevrilidir.	4.05	5.00	4.74	4.61
Temiz ve kirli bölümler arasında uygun bir ayırım vardır.	3.74	4.69	4.95	4.58

Cronbach's Alpha = 0.866

\*1)Hiç katılmıyorum 2)Kısmen katılıyorum 3)Orta derecede katılıyorum 4)Katılıyorum 5)Tamamen katılıyorum

Kesimhanelerde uyulması gereken genel teknik ve hijyenik kriterler ise Çizelge 10'da verilmiştir. Ele alınan kriterler için “Beşli Likert Ölçek” ortalaması 4'ün üzerindedir. Kriterler içerisinde en düşük puanı 4.30 ölçek ortalaması ile “kesim hattının çapraz bulaşmayı önleyecek şekilde tasarlanmış olması”, 4.40 ölçek ortalaması ile “şüpheli hayvan veya hasta hayvanların kesimi için ayrılmış kilitlenebilir yerlerin olması” ve 4.47 ile “hayvan bekleme yerlerinin kolay temizlenebilir, yeterli ve hijyenik şartlara sahip olması” ifadeleri almaktadır.

**Çizelge 10.** Kesimhanelere ilişkin genel teknik ve hijyenik kriterler**Table 10.** General technical and hygienic criteria of the slaughterhouses

	Mezbaha	Kombina	Genel Ortalama*
Gübre ve sindirim kanalı içeriği için özel bir alan veya yer vardır.	4.58	5.00	4.73
Hasta veya şüpheli hayvanlar için ayrı yerler vardır.	4.53	5.00	4.70
Şüphelenilen veya insan tüketimi için uygun olmadığı belirlenen etlerin depolanması için ayrı yerler vardır.	4.47	5.00	4.67
Hayvanlar kesimhaneye getirildikten sonra gereksiz yere bekletilmeden kesilir.	4.37	5.00	4.60
Hayvan bekleme yerlerinin büyüklüğü, hayvan refahını sağlayacak şekildedir.	4.26	5.00	4.53
Hayvan bekleme yerleri kolay temizlenebilir, yeterli ve hijyenik şartlara sahiptir.	4.21	4.91	4.47
Şüpheli veya hasta hayvanların kesimi için ayrılmış kilitlenebilir yerler vardır.	4.05	5.00	4.40
Kesim hattı çapraz bulaşmayı önleyecek şekilde tasarlanmıştır.	4.11	4.64	4.30

Cronbach's Alpha = 0.881

\*1)Hiç katılmıyorum 2)Kısmen katılıyorum 3)Orta derecede katılıyorum 4)Katılıyorum 5)Tamamen katılıyorum

**TARTIŞMA ve SONUÇ**

İzmir ilinde gerek kesimhaneler gerekse et ve et ürünleri işleyen işletmeler faaliyette buldukları ilçeler itibariyle dağınık bir yapı göstermektedir. Afyonkarahisar ilinde ise belirli bazı ilçeler dışında sektörde faaliyet gösteren işletmelerin büyük bir bölümü il merkezinde bulunan Afyonkarahisar Organize Sanayi Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır. İncelenen kesimhanelerin genel yapıları iller itibariyle farklılık göstermektedir. İzmir ilinde faaliyet gösteren kesimhanelerin büyük bölümünü belediye mezbahaları oluştururken, Afyonkarahisar ilinde kesimler daha çok özel sektöre ait kombinalarda yapılmaktadır. Belediye mezbahaları daha çok küçük ölçekli işletmelerdir. Bununla birlikte söz konusu kesimhanelerin faaliyetlerinin sürekliliği, kesimhanenin bulunduğu ilçe ve komşu ilçelerin kırmızı et ihtiyaçlarını karşılaması açısından oldukça önemlidir. Ayrıca, kesimhaneye kolay ulaşımın sağlanabilmesi gerek kesim yaptırılacaklar açısından ve gerekse hayvan refahı açısından son derece olumludur. İzmir ilinde ikisi mezbaha ikisi kombina olmak üzere özel sektöre ait sadece dört kesimhanenin, ilin hayvancılık potansiyeli dikkate alındığında yeterli olduğunu söylemek güçtür.

Kalifiye eleman sorunu üretimin teknik boyutu açısından olduğu kadar gıda güvenliğinin sağlanması açısından da son derece önemlidir. İşletmelerin nitelikli eleman ihtiyacının hem kesimhaneler hem de işleme sanayii için saptanması ve çeşitli aralıklarla ilgili personel, üretimde dikkat edilmesi gereken hususlar ve gıda güvenliği ile ilgili konularda bilgilendirilmeli ve eğitilmelidir. Üretim hatlarında çalışan personelin eğitimi gereklilik olduğu kadar zorunluluk da arz etmektedir. Bu konuda özellikle Tarım ve Orman Bakanlığı il/ilçe müdürlükleri tarafından kısa süreli kurslar düzenlenebilir.

Türkiye'de 2006 yılından itibaren ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi uygulamaya konulmuştur. Bununla birlikte, söz konusu sertifikayı alan işletmelerin oranı yaklaşık %51 olup; özellikle belge sahibi mezbahaların oranı düşük düzeydedir. Elbette, gıda güvenliğinin sağlanması için, sadece yasal mevzuatın varlığı veya gıda güvenliğine ilişkin belgelerin alınması yeterli değildir. Gıda güvenliğinin üretimden tüketime kadar olan zincir boyunca sağlanması, etkin işleyen bir denetim mekanizmasının kurulması ve düzenli olarak denetlemelerin yapılması bir zorunluluktur (Demirbaş et al., 2008).

Kırmızı et işleme sanayiinde, ele alınan kapsam itibariyle, tam olarak modern teknolojiye geçememiş, geçiş aşamasında olan işletmelerin varlığı tespit edilmiştir. Kesimhanelerde kesim hattının modern teknolojiye sahip olmaması, karkasların üretim hattında daha uzun süre beklemesine neden olmaktadır (Kale vd., 2010). Bu nedenle, modern teknolojiye sahip olmayan kesimhanelerde kesim hattı teknolojisinin modernize edilmesi önemlidir (Aral & Sakarya, 2009). Bu amaçla, hem kesimhanelerin hem



de et ve et ürünleri işleyen işletmelerin modern teknolojiye geçişinin sağlanması için teşvik ve kredi olanaklarının artırılması gerekmektedir. Et ve et ürünleri sanayii için verilen destekler içinde Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı (KKYDP) ve Katılım Öncesi Kırsal Kalkınma Aracı (IPARD) programı öne çıkan teşvikler arasındadır (TKDK, 2014; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020). Söz konusu teşvikler işletmelerde modernizasyonun sağlanması açısından önemli ancak yeterli değildir. Nitekim, IPARD desteği Afyonkarahisar ili de dahil olmak üzere belirli iller için verilmekte ve İzmir ili kapsam dışında kalmaktadır. Ayrıca, özellikle başvuru aşamasında projenin hazırlanması başta olmak üzere teşviklerden yararlanmada çeşitli kısıtlar da bulunmaktadır. Sektörde faaliyet gösteren işletmelere yönelik verilen teşviklerin çeşidi ve miktarı kadar, özellikle küçük ölçekli işletmeler tarafından kullanılabilir olması da önem taşımaktadır. Söz konusu işletmeler için düşük faizli yatırım kredileri verilerek özellikle işletmelerin modernize edilmesi, böylelikle, daha güvenli ve kaliteli et ve et ürünleri üretimin teşvik edilmesi sağlanabilir.

Önemli sonuçlardan biri, kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde gıda güvenliğinin sağlanabilmesinin her şeyden önce hayvancılık işletmelerinde gıda güvenliği kriterlerine uyulmasına bağlı olduğudur. Kırmızı et sektöründe gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için üretimden başlayarak tüketime kadar olan tüm süreçte gıda güvenliğinin sağlanmasının önünde duran engeller tespit edilmeli ve tarım sanayii entegrasyonu gerçekleştirilmelidir. Tarım sanayi entegrasyonunun sağlanmasında örgütlenme ve sözleşmeli yetiştiricilik önemlidir. Türkiye’de hayvancılık işletmeleri genellikle küçük ölçekli olup; üretim bitkisel üretimle birlikte yapılmakta ve ihtisaslaşma oranı düşük düzeydedir. Söz konusu işletmelerde üretimin artırılması, kaliteli ürün üretilmesi ve daha etkili bir pazarlama yapısı için hayvancılık sektöründe etkili bir örgütlenme yapısının oluşturulması gerekmektedir. Hayvancılık işletmelerinin örgütlenmesi yeterli ve kaliteli hammaddenin sağlanması açısından sanayiye katkı sağlayabilecektir. Ayrıca, sanayiide faaliyet gösteren işletmelerin sözleşmeli yetiştiricilik modeli ile hammadde temin etmesi, hayvancılık işletmelerini kontrol etme imkanı sağlayacak ve böylelikle sanayiinin ihtiyaç duyduğu yeterli ve güvenli hammaddeye ulaşmasını kolaylaştıracaktır. Nitekim, sözleşmeli üretim modelinin geliştirilmesine, Tarım ve Orman Bakanlığı’nın 2021 hedefleri arasında öncelikli olarak yer verilmiştir. Bunların yanı sıra hayvancılık işletmelerinin modernizasyonu için destek verilmesi ve destekleme politikalarında gıda güvenliği kriterinin dikkate alınması da üreticileri güvenli gıda üretmeye teşvik edebilecektir.

## KAYNAKLAR

- Aral, Y. & E. Sakarya, 2009. Türkiye’de bazı kamu et kombinalarında sığır kesim hattı etkinliği ile kesim aşamalarındaki işgücü verimliliklerinin ölçümü üzerine bir araştırma. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 80(2): 3-12.
- Çopur, U., S. Yonak & A. Şenkoyuncu, 2010. “Gıda güvenliği ve denetim sistemi, 1127-1137”. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi (11-15 Ocak 2010, Ankara), TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, 1300s.
- De Boeck, E., L. Jacxsens, M. Bollaerts, M. Uyttendaele & P. Vlerick, 2016. Interplay between food safety climate, food safety management system and microbiological hygiene in farm butcheries and affiliated butcher shops. Food Control, 65(2016): 78-91. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.01.014>
- Demirbaş, N., E. Gölge, D. Tosun & F. Çukur, 2008. Food practices in milk collection centers in Turkey: a case study. British Food Journal, 110(8): 781-789. <https://doi.org/10.1108/00070700810893313>
- Demirkol, C. & M.O. Azabagaoglu, 2017. Analysis of business structures on capacity usage in determining encountered problems of red meat industry in Turkey. Social Sciences Research Journal, 6(4): 359-369.
- Desmarchelier P., N. Fegan, N. Smale & A. Small, 2007. Managing safety and quality through the red meat chain. Meat Science, 77(1):28-35. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.04.027>
- DPT, 2001. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı: Gıda sanayi özel ihtisas komisyonu raporu. Et ve et ürünleri sanayi alt komisyon raporu. ([https://sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/08\\_GıdaSanayii\\_EtVeEtUrunleriSanayii.pdf](https://sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/08_GıdaSanayii_EtVeEtUrunleriSanayii.pdf)) (Erişim tarihi: Aralık 2020).

- FAO, 2009. Red meat. agribusiness handbook. (<http://www.fao.org/3/al178e/al178e.pdf>) (Erişim tarihi: Aralık 2020).
- Ha, T.M., S. Shakur & K.H.P. Do, 2019. Consumer concern about food safety in Hanoi, Vietnam. *Food Control*, 98 (2019): 238-244. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.031>
- Kale, M.Ç., E. Aydın, Y. Aral & Y. Cevger, 2010. Özel sektöre ait bir et kombinası sığır kesim hattında üretim sürecine etkili faktörlerin incelenmesi üzerine bir araştırma. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 57(3):179-183.
- Kalkınma Bakanlığı, 2014. onuncu kalkınma planı: Gıda ürünleri ve güvenirliliği özel ihtisas komisyonu raporu. ([https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/10\\_GidaUrunleriveGuvencilirliigi.pdf](https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/10/10_GidaUrunleriveGuvencilirliigi.pdf)) (Erişim tarihi: Aralık:2020).
- Malhotra, N.K., 1996. *Marketing Research: An Applied Orientation*. 2nd ed., Prentice-Hall, Upper Saddle River. N.J., p. 890.
- Mazzocchi, M., 2008. *Statistics for Marketing and Consumer Research*. Sage Publication, p.412.
- Resmi Gazete, 2005a. 05 Ocak 2005 tarihli ve 25691 sayılı. Kırmızı et ve et ürünleri üretim tesislerinin çalışma ve denetleme usul ve esaslarına dair yönetmelik.
- Resmi Gazete, 2005b. 30 Mart 2005 tarihli ve 25771 sayılı. Gıda ve gıda ile temasta bulunan madde ve malzemelerin piyasa gözetimi, kontrolü ve denetimi ile işyeri sorumluluklarına dair yönetmelik.
- Resmi Gazete, 2010. 13 Haziran 2010 tarihli ve 27610 sayılı. Veteriner hizmetleri, bitki sağlığı, gıda ve yem kanunu.
- Resmi Gazete, 2011. 27 Aralık 2011 tarihli ve 28155 sayılı. Hayvansal gıdalar için özel hijyen kuralları yönetmeliği.
- Saygın, Ö. & N. Demirbaş, 2018. Türkiye'de kırmızı et tüketimi: sorunlar ve öneriler. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(3): 567-574. <https://doi.org/10.15316/SJAFS.2018.138>
- Söyler, O., S. Sayın & M.T. Özcan, 2009. "HACCP ve ISO 22000 gıda güvenliği yönetim sistemleri,405-413 ". 25. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi (01-03 Ekim 2009, Isparta).
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2012. 2012 yılı gıda sanayi envanter verileri. (<https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/1718/2012-y%C4%B1%C4%B1-g%C4%B1da-sanayi-envanter-verileri>) (Erişim tarihi: Aralık 2020).
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020. Kırsal kalkınma yatırımlarının desteklenmesi programı (KKYDP). (<https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Kırsal-Kalkinma/Projeler>) (Erişim tarihi: Aralık 2020).
- Taşkın, T., S. Engindeniz, A.A. Gbadamonsi, Ç. Kandemir & N. Koşum, 2020. Gençlerin kırmızı et tüketim tercihlerinin analizi: Ege üniversitesi öğrencileri örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(1): 63-72. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.587525>
- TKDK, 2014. Katılım öncesi yardım aracı kırsal kalkınma programı (IPARD), et ve et ürünlerinin işlenmesi ve pazarlanması, başvuru çağrı rehberi. (<https://www.tkd.gov.tr/Content/File/BasvuruFiles/BasvuruPaketiHazirlamaDokumanlari/BasvuruCagriRehberi/3.3/103-2.pdf>) (Erişim tarihi: Aralık 2020).
- Tosun, D. & N. Demirbaş, 2012. Türkiye'de kırmızı et ve et ürünleri sanayiinde gıda güvenliği sorunları ve öneriler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1):93-102.
- Trienekens, J. & P. Zuurbier, 2008. Quality and safety standards in the food industry, developments and challenges. *International Journal of Production Economics*, 113(1): 107-122. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.050>
- Troy, D.J. & J.P. Kerry, 2010. Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86(1):214-226. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.009>
- Troy, D.J., K.S. Ojha, J.P. Kerry & B.K. Tiwari, 2016. Sustainable and consumer-friendly emerging technologies for application within the meat industry: An overview. *Meat Science*, 120(2016):2-9. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.002>
- Zhang, W., B.M. Naveena, C. Jo, R. Sakata, G. Zhou, R. Banerjee & T. Nishiumi, 2017. Technological demands of meat processing—An Asian perspective. *Meat Science*, 132 (2017): 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.008>



## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):591-600  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.840301>

Mustafa KARABIYIK<sup>1\*</sup>

Serkan YEŞİL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 42250, Selçuklu, Konya, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[krbykmsf1@gmail.com](mailto:krbykmsf1@gmail.com)

**Anahtar sözcükler:** CABYV, DAS-ELISA, Mekanik inokulasyon, Virüs, WMV, ZYMV

**Keywords:** CABYV, DAS-ELISA, Mechanical inoculation, Virus, WMV, ZYMV

# Eskişehir ili kabakgil ekim alanlarında görülen virüs hastalıklarının belirlenmesi \*

## Detection of virus diseases in cucurbit growing areas in Eskişehir province

\* Bu makale ilk yazarın yüksekisans tezinden özetlenmiştir. Bu makale Selçuk Üniversitesi BAP tarafından 19201121 Numaralı proje olarak desteklenmiştir.

**Alınış (Received):** 14.12.2020

**Kabul Tarihi (Accepted):** 02.04.2021

### ÖZ

**Amaç:** Bu araştırma, Eskişehir ili kabakgil ekim alanlarında virüs enfeksiyonlarını ve bazı yerel çerezlik kabak genotiplerinin *Zucchini yellow mosaic potyvirus* (ZYMV) ve *Watermelon mosaic cucumovirus* (WMV) ve reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

**Materyal ve Metod:** 2019 yılı Ağustos-Eylül aylarında Eskişehir ili kabakgil ekim alanlarında gerçekleştirilen surveyler sonucunda toplanan 164 adet bitki örneği DAS-ELISA yöntemi ile ZYMV, WMV, *Cucurbit aphid borne yellows polerovirus* (CABYV), *Cucumber mosaic cucumovirus* (CMV), *Papaya ringspot potyvirus-watermelon* (PRSV-W), *Cucurbit green mottle mosaic virus* (CGMMV) ve *Squash mosaic comovirus* (SqMV) etmenlerine karşı testlenmiştir.

**Bulgular:** DAS-ELISA sonuçlarına göre, kabakgil bitkilerinde CABYV (%49.35), WMV (%44.87), ZYMV (%24.35), CMV (%17.30), PRSV-W (%1.28) ve SqMV (%1.92) ve yabancı ot örneklerinde ise ZYMV (%12.5) ve CABYV (%12.5) yaygın virüslerdir. Çerezlik kabak bitkilerinde mekanik inokulasyon çalışmalarının sonucuna göre, WMV'nin 5, 8 ve 9 numaralı genotipleri (%100) ve ZYMV'nin ise 9 (%95), 3 (%93) ve 7 (%91) numaralı genotipleri yüksek oranda hastalandırıldığı belirlenmiştir. Eskişehir ilinde virüs hastalıklarının ortalama yaygınlık oranı %4.13 olarak belirlenmiştir.

**Sonuç:** Eskişehir ilinde yapılan bu çalışma ile kabakgil üretimi yapılan alanlarda sorun olan virüs etmenleri ilk kez DAS-ELISA ile ortaya konulmuştur.

### ABSTRACT

**Objective:** This research was conducted to detection of potential virus infections and to determine reactions of some local edible seed squash genotypes to *Watermelon mosaic potyvirus* (WMV) and *Zucchini yellow mosaic potyvirus* (ZYMV) in cucurbit cultivation areas of Eskişehir province.

**Material and Methods:** As a result of the survey performed in the cucurbit cultivated fields of Eskişehir province during August to September in 2019, a total of 164 plant samples were collected and they were tested for infections of ZYMV, WMV, *Cucurbit aphid-borne yellows polerovirus* (CABYV), *Cucumber mosaic cucumovirus* (CMV), *Papaya ringspot potyvirus-watermelon* (PRSV-W), *Cucurbit green mottle mosaic virus* (CGMMV) and *Squash mosaic comovirus* (SqMV) with DAS-ELISA method.

**Results:** According to DAS-ELISA results, CABYV (49.35%), WMV (44.87%), ZYMV (24.35%), CMV (17.30%), PRSV-W (1.28%) and SqMV (1.92%) were detected the most prevalent viruses in cucurbits samples, respectively while ZYMV (12.5%) and CABYV (12.5%) were found most common virus pathogens in weed samples. As to the results of mechanical inoculation studies with edible seed squash plants, WMV highly infected-genotypes were 5, 8, and 9 (100%), while ZYMV highly infected-genotypes were determined as 9 (95%), 3 (93%), and 7 (91%). The average prevalence rate of virus diseases in Eskişehir was determined as 4.13%.

**Conclusion:** With this study conducted in Eskişehir province, viruses cause serious diseases in cucurbit growing areas were revealed for the first time by DAS-ELISA method.

## GİRİŞ

Kabakgil bitkileri; Plantae alemi, Magnoliophyta şubesi, Magnoliopsida sınıfı, Cucurbitales takımı, Cucurbitaceae familyasında bulunmaktadır. Bu familya 119 cins ve 825 tür içermektedir. Dünya'nın tropikal ve subtropikal bölgelerinde kabakgil bitkilerinin üretimi yapılmaktadır. Kavun (*Cucumis melo* L.), hıyar (*Cucumis sativus* L.), kabak (*Cucurbita pepo* L.), karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai), bal kabağı (*Cucurbita moschata* L.), kestane kabağı (*Cucurbita maxima* L.) ve acur (*Cucumis anguria* L.) bu familyada üretimi yapılan türlerdir (Günay, 1992). Türkiye, Dünya'da en fazla sebze üreten ülkelerden bir tanesi konumundadır. FAO 2018 yılı üretim verilerine göre Dünya'da üretimi yapılan kabakgil bitkileri arasında ülkemiz, kavun üretiminde 1.753.942 ton ile ikinci ve karpuz 4.031.174 tonluk üretim ile üçüncü, hıyar üretiminde 1.848.273 ton ile üçüncü ve kabak üretiminde ise 616.777 ton üretim ile sekizinci sırada yer almaktadır (FAO, 2018). Eskişehir ili ve ilçelerinde, kabakgil bitkilerinden en fazla ekim alanı ve üretim miktarına sahip bitkiler sırasıyla; çerezlik kabak (18.926 da, 1.842 ton), kavun (5.701 da, 13.038 ton) ve karpuz (3.699 da, 10.559 ton)'dur (Anonymous, 2019).

Kabakgil tarımı yapılan arazilerde verim ve kaliteyi olumsuz etkileyen hastalıklar arasında fungal, bakteriyel ve viral etmenler önemli bir yer almaktadır. Viral hastalıklara karşı kimyasal mücadelenin olmayışı virüs hastalıklarının önemli hale getirmektedir. Kabakgiller dünya çapında 60 virüs tarafından hastalandırılabilen ve her geçen gün ise bu virüslere yeni bir virüs tespit edilerek eklenmektedir (Provvidenti, 1996; Lecoq & Desbiez, 2012; Romay et al., 2014). Dünya'da ZYMV, CMV, SqMV, WMV ve PRSV kabakgillere zarar veren en yaygın ve ekonomik olarak da en önemli virüsler olarak kabul edilmektedir (Davis & Mizuki, 1987; Grafton-Cardwell et al., 1996; Papayiannis et al., 2005; Bananej & Vahdat, 2008; Lecoq & Desbiez, 2012; Kone et al., 2017; Zarzyńska-Nowak et al., 2019; Menzel et al., 2020). Türkiye'de ise yine aynı virüslerin yaygın olduğu bildirilmiştir (Nogay & Yorgancı, 1984; Erdiller & Ertunç, 1988; Yılmaz vd., 1992; Şevik & Sökmen, 2001; Köklü & Yılmaz, 2006; Kaya & Erkan, 2011; Topkaya & Ertunc, 2012; Yeşil, 2013; Korkmaz vd., 2018; Yeşil, 2019; 2020; Usta vd., 2020). Gerçekleştirilen bu çalışmada, Eskişehir ilinde kabakgil bitkileri ekim alanlarında sorun olan virüs hastalıkları serolojik yöntemlerle belirlenip ilçeler bazında belirlenen virüslerin yaygınlıkları ve hastalık oranları hesaplanmıştır. Bunun yanında, Eskişehir ili çerezlik kabak üreticilerinin kullandıkları farklı genotiplere ait çerezlik kabak tohumları üreticilerden toplanarak daha önce ülkemizdeki kabakgil üretim alanlarında gerçekleştirilen farklı çalışmalar sonucunda bu bitkilerde en yaygın olarak görüldüğü belirlenmiş olan ZYMV ve WMV virüslerine karşı reaksiyonları mekanik inokulasyon yapılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada kullanılan bitki materyalini, tipik virüs hastalıkları belirtilerini gösteren Çerezlik Kabak, Hıyar, Kavun, Karpuz, Sakız Kabağı ve Bal Kabağı bitkilerinin yaprakları, belirti göstermesine bakılmaksızın, belirli bitkilerin yakınında yetişen yabancı otların yaprakları ve bölge üreticisinin tohumluk amaçlı kullandıkları çerezlik kabak çekirdekleri oluşturmuştur.

### Yöntem

#### Bitki örneklerinin toplanması

Araştırma materyali olan bitki ve tohum örneklerinin toplanması amacıyla 2019 yılının Temmuz ve Ağustos aylarında Eskişehir ilinin Çifteler, Mihalgazi, Han, Sivrihisar, Tepebaşı ve Seyitgazi ilçelerinde kabakgil üretimi yapılan tarla, bahçe ve seralarda surveyler gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Bu çalışmalar sırasında, tarla ve seralar rastgele seçilmiş ve surveylerin gerçekleştirildiği üretim alanları toplamlarının Eskişehir ili toplam kabakgil bitkileri üretim alanlarını temsil edecek şekilde, bunların %1'inden daha fazla olması sağlanmıştır. Surveylerde, tipik virüs hastalıklarının belirtilerini gösteren en az 2 farklı bitkiden

olmak üzere ve de bu bitkilerin çevresinde bulunan yabancı otlardan genç sürgün ve yapraklarından toplamda 164 adet farklı bitki örneği toplanmıştır. Çalışma kapsamında testlenen bitki sayıları Çizelge 1'de verilmiştir. Toplanan bitki örnekleri ayrı ayrı olacak şekilde ve üzerinde örneğin alındığı yer, tarih, bitki türü ve çeşidi, arazi boyutu numaralandırılmış kâğıt torbaların içlerine konularak laboratuvara getirilmiştir. Ardından plastik poşetlere alınan bitki örnekleri, serolojik çalışmalarda kullanılmak üzere -20°C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Survey çalışmalarında il ve ilçe olarak kabakgil türlerinde Bora ve Karaca (1970)'nin belirttiği şekilde tarla alanları (da) bazında hastalık oranları belirlenerek; il ve ilçe düzeyinde % yaygınlık oranları hesaplanmıştır. Bir üretim alanında kenar payı bırakılarak köşegenler yönünde beş yerde toplam 100 bitki kontrol edilerek ve gerekli bilgiler kayıt altına alınmıştır.



**Şekil 1.** Survey çalışmalarının gerçekleştirildiği ilçeler, Eskişehir haritası üzerinde siyah noktalarla gösterilmiştir.

**Figure 1.** Surveyed districts were indicated with black spots on map of Eskişehir province.

### DAS-ELISA çalışmaları

Arazi çıkışları sonucu toplanan tüm yaprak örnekleri ve üreticilerden temin edilen yerel çerezlik kabak genotiplerine ait tohumlardan yetiştirilen bitkilerdeki virüs etmenlerinin tespit edilmesinde hızlı, duyarlı, ekonomik ve güvenilir bir yöntem olan Double-antibody sandwich enzime linked immuno sorbent assay (DAS-ELISA) kullanılmıştır (Bostan vd., 2002). Yapılan bu çalışma ile toplanan bitki örneklerinin ZYMV, WMV, CABYV, CMV, PRSV-W, CGMMV ve SqMV etmenleri ile bulaşık olup olmadıkları incelenmiştir. Toplanan bitki örnekleri her biri hassas terazide 0.6 g tartılıp, içlerinde 1:10 oranında PBS-TP (pH:7.4) bulunan plastik ezme poşetlerinin içine konmuş ve homojen olarak ezilmiştir. Bitki ekstraktları mikropipet ile alınarak falkon tüplerine aktarılmış ve +4°C'de muhafaza edilmiştir. Clark & Adams (1977)'in belirttikleri yöntemle göre DAS-ELISA testi aşamaları gerçekleştirilmiştir. ELISA testleri sonuçlarını, ELISA okuyucusunda negatif kontrol için 405 nm'de okunan absorbans değerinin en az iki katı ve daha fazla absorbans değeri veren örnekler pozitif (virüsle enfekteli) olarak kabul edilmiştir (Ertunç, 1992; Barba & Riccioni, 1993; Yeşil, 2020). Her bir örnek için pleytlerde ikişer kuyucuk kullanılmıştır. Pleytlerde kontrol olarak birer adet pozitif (enfekteli), negatif (sağlıklı) ve buffer bulundurulmuştur. DAS-ELISA testi aşamalarında; ticari firmalarından alınan CABYV (Sediag), CGMMV (ADGEN), CMV, PRSV-W, SqMV, WMV ve ZYMV (BIOREBA)'ye spesifik reagent setler (antiserum, pozitif ve negatif kontrollere) ile laboratuvarında hazırlanan ekstraksiyon, kaplama, conjugate, substrat ve yıkama tamponları ile 96 kuyucuklu mikropleytler (Nunc F96 Maxisorp), otomatik pipetler (eppendorf), pipet uçları ve saf su kullanılmıştır. ELISA testlerinin sonuçlarının ortaya konulması amacıyla örnekler ait kuyucukların absorbans değerleri Anthos 2010 (BIOCHROM) markalı ELISA okuyucusunda belirlenmiştir.

## Yerel çerezlik kabak genotiplerinin WMV ve ZYMV'ye karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

Çalışmanın yürütüldüğü bölgede tohumluk olarak kullanılan yerel çerezlik kabak genotiplerinin, kabakgillerdeki yaygın virüslere karşı reaksiyonlarını ortaya koymak için bu genotiplerden elde edilen bitkilere mekanik inokulasyon yapılmıştır. Mekanik inokulasyon çalışması materyalini Eskişehir ilindeki bazı çerezlik kabak üreticilerinden toplanan çerezlik kabak tohumları ve ülkemizde daha önce yapılan çalışmalarla kabakgil bitkilerinde önemi ve yaygınlığı belirlenmiş olan ZYMV (Z-13) ve WMV (W-59) izolatları oluşturmaktadır. Bu amaçla kullanılan izolatlar, hem serolojik hem de moleküler olarak teyit edilmiş, aynı zamanda kısmi sekans analizleri gerçekleştirilmiş izolatlardır. (Yeşil & Ertunç, 2012; 2013; Yeşil, 2014; 2019; 2020). İnokulasyon çalışmaları için, havan ve havaneli, fosfat tampon çözeltisi, celite veya karborandum tozu ve çeşme suyu kullanılmıştır. Tohumların ekimi için torf ve plastik kaplar kullanılmıştır. Bitkilerin yetiştirilmesi için yapılan çalışma, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ne ait Viroloji laboratuvarı ve iklim odasında bulunan kontrollü bitki büyütme kabininde gerçekleştirilmiştir. Mekanik inokulasyon çalışması için 4 farklı ilçeden 8 farklı çerezlik kabak genotipi temin edilmiştir. Tohumlar 2 tekerrürlü olacak şekilde 16 farklı (4 kontrol, 4 inokulasyon) kaplara toplamda 128 tohum ekimi gerçekleştirilmiştir (25°C, %60 nem). Mekanik inokulasyon çalışmaları kabakgil bitkilerine DAS-ELISA testi sonucunda Yılmaz & Davis (1984)'in yöntemlerine göre yapılmıştır. Hastalık oranlarına göre çerezlik kabak genotiplerinin hassas olduğunu serolojik olarak da ispatlamak için DAS-ELISA testi yapılmıştır. ZYMV ve WMV ile inokule edilen bitkilerde oluşan semptomları 4 haftalık bir periyodun sonunda 0-5 skalasına göre değerlerin Thousand Heuberger\* formülü ile hastalık (%) oranları hesaplanmıştır (Sipahioglu vd., 2016).

$$\text{* \% Hastalık Şiddeti} = \frac{\Sigma(\text{Skala değeri} \times \text{Skalada değerlendirilen yaprak sayısı})}{\text{Toplam yaprak sayısı} \times \text{En yüksek skala değeri}} \times 100$$

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

### DAS-ELISA testi sonuçları

Eskişehir ilinde kabakgil üretim alanlarında problem olan 6 farklı virüsün varlığı serolojik testlerden DAS-ELISA testi sonucunda çeşitli oranlarda tespit edilmiştir. Buna göre, 156 kabakgil bitkisinde CABYV, WMV, ZYMV ve CMV tekli ve çoklu enfeksiyon oranları toplamaları sırasıyla, %49.35, %44.87, %24.35 ve %17.30 olarak belirlenmiştir. Toplanan 8 adet yabancı ot örneğinden sadece 2 Horoz ibiği (*Amaranthus retroflexus* L.) bitkisinin 1 tanesinde ZYMV (%12.5) ve 1 tanesinde ise CABYV (%12.5) tespit edilmiştir. Domuz pıtrağı (*Xanthium strumarium* L.) ve Sirken (*Chenopodium album* L.) bitkilerinde herhangi bir viral enfeksiyona rastlanmamıştır.

164 adet örneğin 121 adedinde (%73.78) tekli veya çoklu virüs enfeksiyonu tespit edilmiştir. Tekli enfeksiyonlar değerlendirildiğinde, CABYV 22 örnekte (%13.41), WMV 20 örnekte (%12.19), ZYMV 10 örnekte (%6.09) ve CMV ise sadece bir adet çerezlik kabak örneğinde (%0.6) tespit edilmiştir. Testlenen hiçbir örnekte CGMMV'nin varlığı saptanmamıştır. Bununla birlikte, karışık enfeksiyonlar şeklinde tespit edilen virüslerden SqMV ve PRSV-W'nin tekli virüs enfeksiyonları yine hiçbir örnekte tespit edilmemiştir (Çizelge 1). İkili virüs enfeksiyonu bulunan 42 adet bitki örneğinden 23 tanesi CABYV+WMV (%54.76) ile enfekteli olduğu bulunmuştur. Çoklu virüs enfeksiyonunun görüldüğü bitkilerden 8 tanesi CABYV+WMV+CMV (%36.36) etmenleri ile 3 tanesinin ise CMV+CABYV+WMV+ZYMV (%75) etmenlerinin enfeksiyonu sonucu ortaya çıktığı belirlenmiştir. Arazi surveylerinde 3 farklı türden 8 yabancı ot örneğinin %25'nin (%12.5 ZYMV ve %12.5 CABYV) virüslerle bulaşık olduğu belirlenmiştir. Horoz ibiği, Sirken ve Domuz pıtrağı yabancı otlarından, 4 adet Horoz ibiği bitkisinin 2 adedinde (%50) virüs varlığı saptanmıştır.

**Çizelge 1.** 2019 yılında toplanan kabakgil ve yabancı ot örneklerinde DAS-ELISA testleri sonucunda belirlenen virüsler

**Table 1.** Determined viruses and their infection types in cucurbit and weed samples collected in 2019 according to results of DAS-ELISA tests

Konukçu Bitki Türü	Test Edilen Bitki	Sağlıklı Bitki	Belirlenen Virüsler ve Enfeksiyon Tipleri										Enfeksiyon Oranları (%)
			Tekli Enfeksiyonlar						İkili enfeksiyonlar	Çoklu enfeksiyonlar			
			CMV	CGMMV	PRSV	SqMV	WMV	ZYMV			CABV		
Balkabağı	12	2	0	0	0	0	3	0	0	3	4	83.33	
Çerezlik kabak	89	25	1	0	0	0	14	7	15	21	6	71.91	
Sakız kabağı	6	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	100	
Hıyar	37	8	0	0	0	0	2	0	2	10	15	78.37	
Karpuz	5	1	0	0	0	0	0	2	0	1	1	80	
Kavun	7	1	0	0	0	0	1	0	2	3	0	85.71	
Horoz ibiği	4	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	25	
Sirken	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Domuz pıtrağı	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOPLAM	164	43	1	0	0	0	20	10	22	42	26	73.78	
Enfeksiyon Oranları (%)			0.6	0	0	0	12.19	6.09	13.41	25.60	15.85		

Eskişehir ilinde yapılan survey sonucu, gözlenen virüs hastalıklarının ilçe bazındaki ortalama yaygınlık oranı Çizelge 2' de verilmiştir. İlçeler arasında ortaya çıkan viral hastalıkların farklı yaygınlık oranları daha önce yapılan çalışmalarla da paralellik göstermiştir (Lovisolo, 1979; Zitter et al., 1996). Kabakgil üretim alanlarından toplanan bitki örneklerinde saptanan virüsler genelde benzer hastalık belirtileri göstermişlerdir. Bu belirtiler Dünya ve Türkiye'de yapılan araştırmalarda diğer çalışmacıların belirttiği belirtiler ile de benzerlikler göstermektedir (Lecoq et al., 1981; Sammons et al., 1989; Luis-Arteaga et al., 1998; Sevik & Arlı-Sokmen, 2003; Sertkaya et al., 2004; Massumi et al., 2007; Gholamalizadeh et al., 2008; Yeşil & Ertunç, 2012; Yeşil, 2013; 2019; 2020).

**Çizelge 2.** Eskişehir ili ve ilçelerinde virüs hastalıklarının yaygınlık oranları

**Table 2.** Prevalence rates of virus diseases in Eskişehir province and its districts

İl	İlçe	İncelenen Tarla Alanı (da)	Yaygınlık Oranı (%)
Eskişehir	Çifteler	148	43.9
	Han	8	33.3
	Mihalgazi	74	40.7
	Sivrihisar	62	52.0
	Seyitgazi	44	40.1
	Tepebaşı	10	37.5
Toplam		346	41.25

Tekli virüs enfeksiyonu olarak enfeksiyon oranı en yüksek ilçe Han (%66.66) olduğu tespit edilmiştir. Diğer ilçelerin oranları sırasıyla Tepebaşı (%57.14), Seyitgazi (%52.63), Sivrihisar (%42.85), Çifteler (%36.53) ve Mihalgazi (%14.51) olduğu belirlenmiştir. Tekli virüs enfeksiyonu ilçeler bazında incelendiğinde SqMV, PRSV-W ve CGMMV varlığı belirlenmemiştir (Çizelge 3). Aynı şekilde Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli illerinde yapılan bir çalışmada kavun ve karpuz bitki örneklerinde birçok virüs etmeni tespit edilmiş fakat CGMMV enfeksiyonu saptanamamıştır (Köklü & Yılmaz, 2006). Bununla birlikte, yapılan bir çalışma ile Ankara ilinde toplanan bitki örneklerinde yaygın görülen virüslerin tespitiyle birlikte CGMMV (%11.6) etmeninin varlığı da ortaya konulmuştur (Topkaya & Ertunc, 2012).

**Çizelge 3.** İlçeler bazında viral hastalıklarla bulaşık olduğu belirlenen bitki örnek sayıları ve enfeksiyon oranları**Table 3.** The number of plant samples infected with viruses and relative incidences of viruses by the districts

İlçeler	Bulaşık Örnek Sayıları							Enfeksiyon Oranları (%)
	CMV	ZYMV	SqMV	PRSV-W	WMV	CABYV	CGMMV	
Mihalgazi	-	-	-	-	5	4	-	14.51
Tepebaşı	-	-	-	-	3	1	-	57.14
Han	-	-	-	-	-	2	-	66.66
Sivrihisar	-	1	-	-	1	7	-	42.85
Seyitgazi	1	5	-	-	-	4	-	52.63
Çifteler	-	4	-	-	11	4	-	36.53

Surveyler sonucu, testlenen yabancı ot örneklerinin %25'nin virüs etmenleri ile bulaşık olması, kabakgillerde yabancı otların virüslere konukçuluk yapabileceğini göstermektedir. DAS-ELISA yöntemiyle, Horoz ibiği bitkilerinin %12,5'nin ZYMV ve %12,5'nin CABYV ile enfekteli olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucu destekleyecek bir çalışmada, Costea et al. (2004) 3 farklı *Amaranthus* türünün, yaklaşık 80 farklı virüs türüne konukçuluk yaptığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda yabancı otlarda en yaygın görülen virüsün CMV olduğunu belirtmişlerdir. Sharifi et al. (2008), İran'ın kabakgil yetiştiriciliği yapılan alanlarında *Citrullus colocynthis*'in WMV ile enfekteli olduğunu tespit etmişlerdir. Korkmaz vd. (2016), Karadeniz Bölgesi'nde topladıkları 11 yabancı ot örneği ile *Sicyos angulatus*'un WMV ile bulaşık olduğunu ülkemizde ilk kez bu çalışma ile bildirmişlerdir. Yeşil (2013), Konya, Karaman ve Aksaray illerinde kabakgil üretim alanlarından topladığı 85 yabancı ot örneğini DAS-ELISA ve RT-PCR ile testlemiştir. Sonuçlara göre, yabancı ot örneklerinde CMV (%36,5), WMV (%22,3) ve ZYMV (%15,3) virüslerinin varlığını bildirmiştir.

Türkiye'de ve Dünya'da, yapılan bu araştırma sonucu belirlenen virüslerle ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda tespit edilen virüsler ve bulaşıklık oranları çalışmamız ile paralellik göstermektedir. Diyarbakır ve Mardin illerinde yapılan bir çalışmada kabakgil bitkilerinde görülen virüslerin yoğunluğunun sırasıyla WMV, ZYMV ve CMV olduğu bildirilmiştir (Kızmaz, 2014). Samsun ilinde yapılan bir çalışmada ise en yoğun görülen viral etmenlerin WMV, ZYMV ve CMV etmenleri olduğu bildirilmiştir (Sevik & Arli-Sokmen, 2003). Yozgat ilinde yapılan bir çalışmada çerezlik kabak ekim alanlarında en yaygın görülen virüslerin sırasıyla WMV (%57.85) ve ZYMV (%53.57) olduğu ortaya konulmuştur (Yeşil, 2019). Güller & Usta (2019; 2020), Bingöl ilinden toplanan bal kabağı ve kavun bitkilerindeki ZYMV, CMV ve WMV enfeksiyonlarını RT-PCR testi ile teyit etmişlerdir. Nevşehir ilinde çerezlik kabak üretilen alanlarda virüs hastalıklarının varlığını tespit etmek için 2018 yılında kabak bitkilerinde, virüs hastalıkları semptomu gösteren 134 bitki örneği DAS-ELISA testi ile testlenerek virüs etmenleri saptanmış ve sonuç olarak bitki örneklerinin %97.76'sı ZYMV, WMV, CABYV, CMV, PRSV-W ve SqMV ile bulaşık olduğu belirtilmiştir. Üretim alanında %89.55 oranında WMV'nin varlığı belirlenmiştir. WMV'yi %57.46 oran ile ZYMV'nin takip ettiği bildirilmiştir. Karışık virüs enfeksiyonlarından en çok ZYMV+WMV (%40.29) ve WMV+ZYMV+PRSV-W (%8.20)'nin yaygın oldukları raporlanmıştır (Yeşil, 2020). Topkaya (2020) tarafından Kastamonu kabakgil ekim alanlarında gerçekleştirilen survey çalışmalarında WMV ve ZYMV en yaygın virüsler olarak tespit edilirken, kabakgil örneklerinde SqMV enfeksiyonlarının saptanmadığı bildirilmektedir.

Dünya'da ise Sırbistan'da yapılan bir çalışmada en yaygın virüslerin ZYMV ve CMV olduğu saptanmıştır (Krstic et al., 2002). Tanzanya'da yürütülen bir çalışmada, kabakgillerde görülen virüs hastalıklarını saptamak için üretim alanında enfekteli olduğu düşünülen 223 adet kabakgil bitki örneği toplanmış ve bitki örneklerinin DAS-ELISA testi ile virüslerin varlığının belirlenmesini amaçlamışlardır. Test sonucunda, CMV, ZYMV ve WMV etmenleri %80'e kadar oranlarda tespit edilmiştir. En yaygın olarak WMV (%33.0) *Cucumis sativus* bitkilerinde görülmüştür. Bu virüsü takiben CMV (%13.4) *Cucurbita pepo*'da ve ZYMV (%10.4) *Citrullus lanatus*'ta en yaygın görülen virüsler olarak bildirilmiştir. Ayrıca ZYMV'nin yabancı otlarda en yaygın bulunan virüs olduğunu belirtmişlerdir (Sydanmetza & Mbanzibwa,



2016). Almanya'da yapılan bir çalışmada, hıyar yetiştirilen seralarda 2019 yılının yaz ayında, ekonomik sorunlara neden olan viral etmenlerin tespiti için, 9 adet hıyar bitkilerinden örnek almışlar ve DAS-ELISA ve RT-PCR testleri uygulanmıştır. Bu testler sonucunda, bitki örneklerinde CABYV ile bulaşıklık tespit edilmiştir. CMV ve diğer potyviruslerin varlığı saptanmamıştır. Ayrıca açık araziden alınan kabak bitki örneklerinde, DAS-ELISA testi sonucuna göre bazı örneklerde CGMMV, WMV ve ZYMV'nin karışık virüs enfeksiyonu olarak görüldüğünü saptamışlardır (Menzel et al., 2020).

### Yerel çerezlik kabak genotiplerinin WMV ve ZYMV'ye karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

Mekanik inokulasyon çalışmalarında, 1. hafta gözlemlerinde lokal ve 3. hafta gözlemlerinde ise sistemik semptomlar görülmüştür. Çerezlik kabak bitkilerinin yapraklarında; mozaik, şekil bozukluğu, iplik yapraklılık, damar açılması, damar bantlaşması, gelişme geriliği ve sararma gibi semptomlar ortaya çıkmıştır. Mekanik inokulasyon çalışması ile testlenen Hanım tırnağı ve Ürgüp sivrisi genotiplerinin hepsinin, WMV ve ZYMV etmenlerine karşı hassas oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Çerezlik kabak bitkilerine inokule edilen WMV ve ZYMV izolatlarının bitkilerde oluşturduğu hastalık oranları (%)

**Table 4.** Disease severity (%) of WMV and ZYMV isolates on inoculated edible seed squash plants

Genotip No	Hesaplanan hastalık oranları (WMV/ZYMV, (%))				
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	Ortalama
2	20/20	60/60	73/80	94/80	62/60
3	0/0	28/40	44/70	64/93	34/51
4	0/0	32/20	68/36	91/89	48/36
5	0/20	47/40	60/60	100/88	52/52
6	0/0	15/24	60/52	69/88	36/41
7	0/0	20/16	60/53	90/91	43/40
8	0/0	27/40	80/50	100/79	52/42
9	8/0	40/30	74/60	100/95	56/46
Kontrol Bitkiler	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Eskişehir ilinde yapılan bu çalışma ile kabakgil üretimi yapılan alanlarda sorun olan virüs etmenleri ilk kez serolojik yöntemlerden DAS-ELISA ile ortaya koyulmuştur. Birçok virüs hastalığının epidemiyolojisinde rezervuar bitki olarak rol alan yabancı otların özellikle kabakgillerde enfeksiyon yapabilen virüslere de konukçuluk yapabildikleri bu çalışma ile de belirlenmiştir. Dolayısıyla, üretim alanlarının içindeki ve etrafındaki yabancı otlarla titiz bir şekilde mücadele edilmesi bu hastalıkların mücadelesi açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir. Temel olarak, kabakgil bitkilerinde enfeksiyonlara sebep olan virüslerle mücadelede öncelikle, virüsü kabakgil yetiştirilen alanlara bulaştırmamak ve özellikle üretimde kullanılacak tohumlukların virüslerle bulaşık olmadığına dikkat etmek gerekmektedir. Bilindiği üzere bazı virüs hastalıkları kabakgil tohumlarıyla da üretim alanlarına taşınabilmektedirler. Bu çalışma ile özellikle gelecekte aynı yörede araştırma yapacak bilim insanları için çok değerli temel bilgiler ortaya konulmuştur. Aynı zamanda bu sonuçların bilinçli üreticiler için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu yüksekisans tez çalışmasının gerçekleştirilmesi için 19201121 nolu yüksekisans tez projesi ile maddi destek sağlayan Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkürlerimizi borç biliriz.

## KAYNAKLAR

- Anonymous, 2019. Eskişehir İl Tarım Ve Orman Müdürlüğü 2016 Yılı Faaliyet Raporu. [https://eskisehir.tarimorman.gov.tr/Belgeler/2016\\_Faaliyet\\_Raporu/2016%20Y%C4%B1%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf](https://eskisehir.tarimorman.gov.tr/Belgeler/2016_Faaliyet_Raporu/2016%20Y%C4%B1%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf). Erişim: Şubat 2020.
- Bananej, K. & A. Vahdat, 2008. Identification, distribution and incidence of viruses in field-grown cucurbit crops of Iran. *Phytopathologia Mediterranea*, 47 (3), 247-257.
- Barba, M. & L. Riccioni, 1993. Improvement of diagnostic methods to detect *Plum pox virus* in apricot plants. *Agriculture*, 139-141.
- Bora, T. & İ. Karaca, 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın, 167.
- Bostan, H., H. Kaymak & K. Haliloglu, 2002. Detection of *Cucumber mosaic virus* (CMV) and *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV) in squash in Erzurum, Erzincan and Artvin provinces by serological and biological methods. *Journal of Turkish Phytopathology*, 31 (1), 9-14.
- Clark, M.F. & A. Adams, 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of general virology*, 34 (3), 475-483.
- Costea, M., S.E. Weaver & F.J. Tardif, 2004. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 84 (2), 631-668.
- Davis, R. & M. Mizuki, 1987. Detection of cucurbit viruses in New Jersey. *Plant Disease*, 71 (1), 40-44.
- Erdiller, G. & F. Ertunç, 1988. Identification of muskmelon viruses in Ankara Province. *Journal of Turkish Phytopathology*, 17 (2), 47-56.
- Ertunç, F., 1992. Hıyar Mozayik Virüs (*Cucumber mosaic virus*-CMV)'ünün Bazı Kabakgil Tohumlarında ELISA Yöntemleri ile Tesbiti Üzerine Araştırmalar (Detection of *Cucumber mosaic virus* in Seeds of Some Cucurbits by ELISA Assays). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları (1251).
- FAO, 2018. FAO- Faostat Statistics Division. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> [17.05]. Erişim: Şubat 2020.
- Gholamalizadeh, R., A. Vahdat, T. Keshavarz, A. Elahinia & K. Bananej, 2008. Occurrence and distribution of ten viruses infecting cucurbit plants in Guilan province, Iran. *Acta Virologica*, 52 (2), 113.
- Güller A. & M. Usta, 2019. Occurrence and Characterization of Coat Protein Gene of *Zucchini yellow mosaic potyvirus* (ZYMV) Isolate Infecting Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) in Bingöl Province (Turkey). *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(4): 798-807.
- Güller A. & M. Usta, 2020. Occurrence of *Cucumber mosaic cucumovirus* and *Watermelon mosaic potyvirus* on melon exhibiting viral symptoms in Bingöl province of Turkey and their phylogenetic affinities. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(4): 948-958.
- Günay, A., 1992. Özel sebze yetiştiriciliği. Cilt:V, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, 117s.
- Grafton-Cardwell, E.E., T.M. Perring, R.F. Smith, J. Valencia & C.A. Farrar, 1996. Occurrence of mosaic viruses in melons in the Central Valley of California. *Plant Disease*, 80 (10), 1092-1097.
- Kaya, A. & S. Erkan, 2011. İzmir, Aydın, Manisa ve Balıkesir illerinde üretilen kabakgillerdeki viral etmenlerin tanılanması ve yaygınlıklarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 51 (4), 387-405.
- Kızmaz, M.Z., 2014. Diyarbakır ve Mardin İlleri Kabakgöl Üretim Alanlarında Görülen Viral Hastalıkların Yaygınlıklarının ve Etmenlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri ENstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Diyarbakır, 2014, 39.
- Kone, N., E. Asare-Bediako, O. Koita, D. Kone & S. Winter, 2017. Seasonal and spatial variation in the prevalence of viral diseases and associated aphid-borne viruses in cucurbits in Cote d'Ivoire. *Annals of Agricultural Sciences*, 62 (2), 227-234.
- Korkmaz F., Karaca, C. Özaslan, Y. Yanar & H. Önen, 2016. Karpuz Mozaik Virüsü (WMV-2)'nün Doğal Konukçusu *Sisyos angulatus*. *Turkish Journal of Weed Science*, 19 (1), 1-5.

- Korkmaz, F., Ş. Topkaya & Y. Yanar, 2018. Tokat Kabakgil Üretim Alanlarında Enfeksiyon Oluşturan Virüslerin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7 (2), 46-56.
- Köklü, G. & Ö. Yılmaz, 2006. Occurrence of cucurbit viruses on field-grown melon and watermelon in the Thrace region of Turkey. *Phytoprotection*, 87 (3), 123-130.
- Krstic B.B., J.B. Berenji, N.D. Dukic, I.M. Vico, N.I. Katis & C.C. Papavassiliou, 2002. Identification of viruses infecting pumpkins (*Cucurbita pepo* L.) in Serbia. *Proceedings for Natural Sciences, Matica Srpska* 103: 67-79.
- Lecoq, H., M. Pitrat & M. Clément, 1981. Identification et caractérisation d'un potyvirus provoquant la maladie du rabougrissement jaune du melon. *Agronomie*, 1 (10), 827-834.
- Lecoq, H. & C. Desbiez, 2012. Viruses of cucurbit crops in the Mediterranean region: an ever-changing picture. In: *Advances in virus research*, Eds: Elsevier, p. 67-126.
- Lovisolo, O., 1979. Virus and viroid diseases of cucurbits. III Conference on Epidemiology and Control of Virus Diseases of Vegetables 88, 33-82.
- Luis-Arteaga, M., J.M. Alvarez, J.L. Alonso-Prados, J.J. Bernal, F. García-Arenal, A. Lavíña, A. Batlle & E. Moriones, 1998. Occurrence distribution and relative incidence of mosaic viruses infecting field-grown melon in Spain. *Plant Disease*, 82 (9), 979-982.
- Massumi, H., A. Samei, A.H. Pour, M. Shaabani & H. Rahimian, 2007. Occurrence, distribution, and relative incidence of seven viruses infecting greenhouse-grown cucurbits in Iran. *Plant Disease*, 91 (2), 159-163.
- Menzel, W., U. Maeritz & L. Seigner, 2020. First report of *Cucurbit aphid-borne yellows virus* infecting cucurbits in Germany. *New Disease Reports*, 41, 1-1.
- Nogay, A. & Ü. Yorgancı, 1984. Investigations on the identification, seed transmission and host range of viruses infecting the culture plants in the Cucurbitaceae in Marmara region. 1. The identification of viruses infecting cucurbits in Marmara region. *Journal of Turkish Phytopathology*, 13 (1), 9-27.
- Papayiannis, L.C., N. Ioannou, I. Boubourakas, C. Dovas, N. Katis & B. Falk, 2005. Incidence of viruses infecting cucurbits in Cyprus. *Journal of Phytopathology*, 153 (9), 530-535.
- Provvidenti, R., 1996. Diseases caused by viruses. In: *Compendium of Cucurbit Diseases* (Eds. Zitter, T.A., D.L. Hopkins & C.E. Thomas), Minnesota, USA, APS Press, 37-45.
- Romay, G., H. Lecoq, F. Geraud- Pouey, D. Chirinos & C. Desbiez, 2014. Current status of cucurbit viruses in Venezuela and characterization of Venezuelan isolates of *Zucchini yellow mosaic virus*. *Plant Pathology*, 63 (1), 78-87.
- Sammons, B., O.W. Barnett, R. Davis & M.K. Mizuki, 1989. A survey of viruses infecting yellow summer squash in South Carolina. *Plant Disease*, 73 (5), 401.
- Sertkaya, G., E. Sertkaya, E. Yetisir & K. Kaya, 2004. Investigations on Incidence and Transmission of ZYMV in Cucurbits in Hatay Province. *Proceedings of the First Plant Protection Congress of Samsun in Turkey*, 217.
- Sevik, M. & M. Arli-Sokmen, 2003. Viruses infecting cucurbits in Samsun, Turkey. *Plant Disease*, 87 (4), 341-344.
- Sharifi, M., H. Massumi, J. Heydarnejad, A.H. Pour, M. Shaabani & H. Rahimian, 2008. Analysis of the biological and molecular variability of *Watermelon mosaic virus* isolates from Iran. *Virus Genes*, 37 (3), 304-313.
- Sipahioglu, H.M., Ö. Türkmen, M. Usta, A. Güller, M. Seymen, M. Paksoy & S. Fidan, 2016. Bazı Yerli Çerezlik Kabak Çeşit Adaylarının *Zucchini yellow mosaic virus*' üne Karşı Dayanıklılığının Araştırılması. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2 (2), 136-145.
- Sydanmetsa, M. & D.R. Mbanzibwa, 2016. Occurrence of *Cucumber mosaic virus*, *Zucchini yellow mosaic virus* and *Watermelon mosaic virus* in cultivated and wild cucurbits in the coastal areas of Tanzania. *African Journal of Agricultural Research*, 11 (40), 4062-4069.
- Şevik, M. & M.A. Sökmen, 2001. Samsun ilinde kabakgil bitkilerinde görülen virüs hastalıkları. IX. Türkiye Fitopatoloji Kongre Bildirileri, 3-8.

- Topkaya, Ş. & F. Ertunc, 2012. Current status of virus infections in cucurbit plantations in Ankara and Antalya provinces. Cucurbitaceae 2012. Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae, Antalya, Turkey, 15-18 October, 2012, 759-762.
- Topkaya, Ş., 2020. Kastamonu İli ve Çevresinde Kabakgil Yetiştirilen Alanlarda Enfeksiyon Oluşturan Viral Etmenlerin Saptanması . Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 9 (1) , 65-72 .
- Usta M., A. Güller & A. Günay, 2020. The molecular characterization of the coat protein sequence and differentiation of CMV- subgroup I on tobacco from native flora in Turkey. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 48(2):523-534.
- Yeşil, S. & F. Ertunç, 2012. Virus diseases of cucurbits in Konya province. Cucurbitaceae 2012. Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae, Antalya, Turkey, 15-18 October, 2012, 791-796.
- Yeşil, S., 2013. Konya, Karaman ve Aksaray illeri kabakgil ekim alanlarında görülen virüs hastalıklarının serolojik ve moleküler yöntemlerle tespiti ve enfeksiyon kaynaklarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Konya, 127.
- Yeşil, S. & F. Ertunç, 2013. Virus Diseases of Cucurbits in Aksaray Province. 2<sup>nd</sup> International Conference Research and Education in Natural Sciences (Rens-2013), Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference Research and Education in Natural Sciences (Rens-2013), Shkodra, Albania, 232-239 p.
- Yeşil, S., 2014. Virus diseases of edible seed squash (*Cucurbita pepo* L.) in Konya province. Book of Proceedings Fifth International Scientific Agricultural Symposium (Agrosym-2014), October.
- Yeşil, S., 2019. Detection of Viruses on Edible Seed Squash (*Cucurbita pepo* L.) in Yozgat Province, Turkey. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (3), 1212-1219.
- Yeşil, S., 2020. Detection of Some Virus Diseases of Edible Seed Squash (*Cucurbita pepo* L.) in Nevşehir Province, Turkey. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 34 (1), 49-56.
- Yılmaz, M. & R. Davis, 1984. Purification and particle morphology of TMV, CMV and ZYMV isolated from various cultivated crops grown along the Mediterranean Coast of Turkey. Jpurnal Turkish Phutopathology, 13 (1), 29-38.
- Yılmaz, M., H. Lecoq, K. Abak, S. Baloğlu & N. Sarı, 1992. Türkiye’de kabakgil sebze türlerinde zarar yapan virüsler. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri Cilt: II., 13-16 Ekim, E.Ü. Ziraat Fakültesi Bornova, İzmir, 439-442.
- Zarzyńska-Nowak, A., B. Hasiów-Jaroszewska, D. Budzyńska & N. Borodynko-Filas, 2019. First report of *cucurbit* aphid-borne yellows virus infecting zucchini plants (*Cucurbita pepo* convar. *giromontiina*) in Poland. Plant Disease, 103 (5), 1047-1047.
- Zitter, T., A. Keinath & W. Wintermantel, 1996. Cucurbit diseases. In: Compendium of Cucurbit Diseases (Eds. Zitter TA, D.L. Hopkins & C.E. Thomas), APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 228 pp.

## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):601-613  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.886497>

Ali YİĞİT<sup>1\*</sup> 

Adem GÖKÇÖL<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 09100, Koçarlı, Aydın, Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, 35040, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[ali.yigit@adu.edu.tr](mailto:ali.yigit@adu.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** çeltik, vigor, EC, çimlenme, hızlandırılmış yaşlanma

**Keywords:** rice, vigor, EC, germination, accelerated aging

# Çeltik (*Oryza sativa* L.) Tohumlarına Uygulanabilecek Vigor Test Yöntemlerinin Optimizasyonu\*

## Optimization of Vigor Test Methods for Rice (*Oryza sativa* L.) Seeds

\* Bu makale Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 12ZRF050 Numaralı proje olarak desteklenmiştir.

Alınış (Received): 25.02.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 05.05.2021

### ÖZ

**Amaç:** Çeltik yetiştiriciliğinde çimlenme gerçekleşinceye kadar birçok abiyotik ve biyotik stres koşulları meydana gelmektedir. Bu nedenle tohum gücü (vigor) değeri optimum bitki sıklığını ve birim alandan daha yüksek verimi elde edebilmek için en önemli etmen olmaktadır. Çalışmamızda farklı tohum gücü test yöntemi ve koşullarının tarla çıkış testine göre optimizasyonu yapılarak uygun tohum gücü test koşullarının tohum test laboratuvarlarında kullanılması amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen 14 adet çeltik çeşidi 6 farklı lokasyondan çiftçi ve tohumluk firmalarından elde edilmiştir. Bu tohumlara ait 38 adet tohum lotunda standart çimlenme, elektriksel iletkenlik (EC), 10 adet hızlandırılmış yaşlanma test koşulu (41°C 48/72, 42°C 48/72, 43°C 48/72, 44°C 48/72, 45°C 48/72 s) ve tarla çıkış testleri uygulanarak vigor testleri ile tarla çıkış testi arasında korelasyon analizleri yapılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Türkiye'de yaygın olarak kullanılan çeltik çeşitlerinde tohum depolama ve tarla çıkış potansiyelinin belirlenmesinde hızlandırılmış yaşlanma testinin vigor testi olarak kullanılabileceği ve 44°C 72 s koşulunun tarla çıkış testi ile yüksek korelasyon ( $r=0.984^{**}$ ) gösterdiği belirlenmiştir.

**Sonuç:** Tohum test laboratuvarlarında çeltik tohumları için standart çimlenme testinin yanı sıra vigor testi olarak hızlandırılmış yaşlanma testinin 44°C 72 s koşulunda yapılabileceği tespit edilmiştir.

### ABSTRACT

**Objective:** Several abiotic and biotic stress conditions could be occurred in paddy rice fields until germination. Therefore, seed vigor value is the most important factor to obtain optimum plant density and higher yield per unit area. In the research, it was aimed that proper test conditions for seed vigor by optimizing different seed vigor test methods and conditions based on field emergence tests were to be used in seed test laboratories.

**Material and Methods:** The number of 14 rice varieties commonly grown in Turkey was obtained from both farmers and seed companies at six different locations. For the total of 38 seed lots, standard germination, electrical conductivity (EC), 10 accelerated aging test conditions (namely 41°C 48/72h, 42°C 48/72h, 43°C 48/72h, 44°C 48/72h, 45°C 48/72 h) and field emergence tests were performed, and then correlation analyzes were made between vigor tests and field emergence tests.

**Results:** It was revealed that accelerated aging test can be used as vigour test for predicting of seed storage and field germination potential of rice varieties grown widely in Turkey. Moreover, high correlation ( $r=0.984^{**}$ ) was demonstrated between 44°C 72 h condition and field emergence test.

**Conclusion:** It has been determined that accelerated aging test as a vigor test can be performed under the condition of 44°C 72 h in seed testing laboratories besides standard germination test for rice seeds.

## GİRİŞ

Dünya tahıl ekilişinin yaklaşık %22.3'ünü karşılayan çeltik (*Oryza sativa* L.), üretiminde ise %25'lik pay almaktadır. Dünya çeltik ekim alanının %85'lik bir kısmını oluşturan Asya kıtasında bulunmaktadır. Çeltik bitkisi burada yaşayan insanların günlük beslenmesinde temel besin kaynağı olarak tüketilmektedir. Türkiye'de 126,419 ha olan çeltik ekim alanı son 10 yıl içerisinde %28.5'lik bir artış göstermesine karşın verim değerlerinde son yıllarda azalma eğilimi gözlemlenmektedir (FAOSTAT, 2019). Ekim alanlarının artış göstermesine rağmen özellikle iklim koşullarının son yıllarda toprak hazırlığı için uygun olmayışı, hastalık etmenlerinin yaygınlığı, yabancı ot sorunu ve ekim zamanındaki gecikmeler çeltik tarımını olumsuz yönde etkilemektedir. Çeltik tarımında kaliteli tohumluk kullanımı kırmızı pirinç oranını azaltmakla birlikte verim ve pirinç randımanının artmasını sağlayan önemli ilkelerden birisidir. Ancak ülkemizde sertifikalı çeltik tohumluk üretimi 9,952 ton olup, tohumluk kullanımı oranı %39 düzeyindedir. Sertifikalı tohum kullanımı istenilen miktarın altında olması nedeniyle kalite ve hastalık yönünden olumsuz sonuçlara sebep olmakta ve verimi düşürmektedir (Sürek, 2002; TÜİK, 2019). Çeltik yetiştiriciliğinin diğer kültür bitkilerinden farklı olarak su dolu tavalarda içerisinde yapılması, ekimden itibaren abiyotik stres koşullarını da beraberinde getirmektedir. Stres koşullarında, iyi bir tohum ve fide çıkışının sağlanabilmesi için çimlenme hızı yeterli, yüksek çıkış gücü (vigor) özelliğine sahip tohumlukların ekilmesi gerekmektedir (IRRI, 2013).

Kaliteli tohumluk kullanımı yüksek verim elde etmenin en önemli şartlarından biri olduğu bilinen bir gerçektir. Tohumlukta kimlik özellikleri ve hijyenin yanı sıra tarla çıkış oranı gibi performans özelliklerinin de iyi olması gerekmektedir (Duman ve Gökçöl, 2017). Diğer yandan tohum yaşlanması ile çimlenme gücü ve hızı azalmakta, anormal fide gelişimi artmaktadır (İlbi ve Eser, 2004; Wang et al. 2010). Tohumların tarla koşullarında gösterecekleri sağlıklı bitki oluşturma performansları şeklinde tanımlanabilen "tohum gücü" aynı zamanda tohumun depolama performansı hakkında da bilgi vermektedir. Tohum vigoru testleri ile bozulma ve yaşlanma farklılıkları sonucu tohumların çok değişik stres faktörlerinin toplam etkilerini aşabilme ve bitki oluşturabilme gücü test edilebilmektedir (Eser vd. 2005; Kenanoğlu ve Dinler, 2018). Tohumlarda yaşlanma sırasındaki hücre membranındaki değişimler, yağlardaki değişim ve lipid peroksidasyonu, protein ve enzimlerdeki değişimler, DNA'daki değişim ve kromozom anormallikleri, karbonhidrat, hormon ve uçucu bileşiklerdeki değişimler meydana gelmektedir. Lipid peroksidasyonu ise en çok üzerinde durulan konu olup oksijen varlığında yağ asidi hidrokarbon zincirinin yüksek oranda serbest radikalli ortamlar oluşturarak okside olması sonucu meydana gelmekte ve bu durum tohum canlılığının azalmasına neden olmaktadır (Arın vd., 2019). Tohumların depolanması esnasında yaşlanmaya bağlı olarak meydana gelen değişimler; tohum kabuğu ve embriyoda renk değişimi, radisil çıkışı ve çimlenme oranlarında değişim, çimlenme kapasitesinin azalması, stres koşullarında çimlenme kapasitesi ve hızının azalması (vigorun düşmesi) ve anormal bitki oluşumlarında artış meydana gelmektedir (İlbi ve Geren, 2005). Biyokimyasal bozulmalar veya fiziksel parçalanma yolu ile belirlenen hücre membranlarının sağlamlığı tohum vigorunda ortaya çıkan farklılıkların temel sebebi olmakta ve indirek olarak iletkenlik testi, elektrolitlerin hücre dışına sızması ile ölçülmektedir. Hücre membranlarının sağlamlığını yitirmesi ve elektrolitlerin sızması tohum bozulmasının ilk semptomlarıdır. Bu sebeple, elektriksel iletkenlik testi (EC), yüksek ve düşük vigora sahip tohumların bozulmalarını en erken safhalarda belirleyen, en önemli ve etkili vigor testidir (McDonald, 1999). Çeltik yetiştiriciliğinde tohumlar depolarda 6 ay ile 1 yıl arasında tutulabilmektedir. Bu tohumların çimlenme testleri gerçekleştirilse de sonuçlar en uygun (optimum) çimlenme koşullarına göre olduğundan elde edilen veriler tarla çıkış oranlarından daha yüksek olmaktadır. Çeltikte, tohum vigorunun değerlendirilmesinde hızlandırılmış yaşlanma testi uygulanmaktadır. Tohum test laboratuvarlarında vigor testi olarak kullanılan hızlandırılmış yaşlanma test koşulları; 42 °C/72 s, 45 °C/96 s, 41 °C/72 s ve 41 °C/84 s kullanılmaktadır (Chhetri, 2009). Hızlandırılmış yaşlanma testi tohumların depolanma süreleri ve tarla çıkış performansları hakkında önemli bilgi vermektedir. Bu test ile tohumlar belirli bir sürede yüksek sıcaklık (40-45 °C) ve yüksek nispi nemin (%100) olduğu ortamda bekletilmektedir. Bu süre sonunda yaşlanmaya maruz bırakılan tohumlar çimlenme testine tabi tutularak yüksek vigor özelliğinde olan tohumlarda yüksek

çimlenme değerleri elde edilmektedir (Marcos-Filho, 2015). Çeltikte şu ana kadar uygun vigor testi belirleme konusunda birçok çalışma yapılmasına rağmen günümüzde çeltik için önerilebilecek uygun vigor testi ve hızlandırılmış yaşlanma test koşulu belirlenmemiştir. Özellikle farklı bölgelerden temin edilen çeltik tohum lotlarının vigor testlerine tabi tutularak Türkiye için uygun test ve koşullarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma; genel olarak yapılan araştırmalarda önerilen hızlandırılmış yaşlanma testi koşullarının ülkemizde ekimi yapılan çeltik çeşitlerine ait tohum lotlarına uygulanmış ve çeltik tohumları için öneri düzeyinde olan vigor testlerinin tarla çıkış testleri ile korelasyonlarına bakılarak test protokollerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile Türkiye’de yaygın olarak kullanılan çeltik çeşitlerinin uygun vigor testi koşullarının belirlenmesi ve bu sayede tohumluk kalitesi ile verim ve üretimin artırılması hedeflenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (TOTEM) ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü çeltik deneme havuzlarında yürütülen çalışmada; Osmancık, Baldo, Kızıltan, Beşer, Gala, Çakmak, Durağan, Edirne, Koral, Gönen, Paşalı, Efe, Hamzadere ve Halilbey çeltik çeşitleri kullanılmıştır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Tohumluk partilerine ait çeşit ve lokasyon bilgileri

**Table 1.** Variety and location information of seed lots

Lot No	Çeşit	Lokasyon	Lot No	Çeşit	Lokasyon
1	Osmancık	Karacabey	20	Baldo	Gönen (4)
2	Osmancık	Gönen (1)+	21	Gala	Gönen (3)
3	Osmancık	Keşan	22	Osmancık	Gönen (3)
4	Baldo	Gönen (1)	23	Osmancık	Gönen (4)
5	Osmancık	İpsala (1)	24	Efe	Gönen
6	Kızıltan	Gönen	25	Osmancık	Gönen (5)
7	Beşer	Gönen	26	Osmancık	Gönen (6)
8	Gala	Gönen (1)	27	Baldo	Gönen (5)
9	Çakmak	Edirne	28	Osmancık	Gönen (7)
10	Durağan	Gönen	29	Hamzadere	Edirne
11	Osmancık	Gönen (2)	30	Osmancık	İpsala (2)
12	Çakmak	Edirne (2)	31	Edirne	Gönen (2)
13	Baldo	Gönen (2)	32	Gala	Gönen (4)
14	Osmancık	Edirne	33	Edirne	Gönen (3)
15	Baldo	Gönen (3)	34	Halilbey	Gönen
16	Edirne	Gönen (1)	35	Gönen	Edirne
17	Gala	Gönen (2)	36	Osmancık	Gönen (8)
18	Koral	Antalya	37	Gala	Gönen (5)
19	Paşalı	Edirne	38	Edirne	Gönen (4)

+: Aynı çeşit, aynı lokasyondan farklı çiftçi ve tohumluk firmalarından temin edilmiştir.

Çeşitlere ait tohum partileri 6 farklı lokasyondan farklı çiftçi ve tohumluk firmalarından temin edilmiştir. Toplamda 38 adet tohum lotu kullanılarak iyi çimlenme özelliği gösteren tohumlukların yanında çimlenme özelliği düşük olan tohumluklarda temin edilmiştir.

### Laboratuvar tohum test çalışmaları

Çeltik tohumlarına ait çimlenme ve vigor testleri Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (TOTEM) alt yapısı kullanılarak yürütülmüştür.

Her bir tohum lotuna ait tohumlar çimlendirme ve vigor testlerinden önce 5 g örnek 130 °C'de 1 saat süre ile tohum nemi belirlendikten sonra istenen nemdeki tohum ağırlığı hesaplanarak tohumların nem içeriği %14 olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada kullanılan 38 adet tohum lotunda ISTA (2014) kurallarında belirtildiği üzere standart çimlendirme testi çimlendirme kağıdında bohça usulü yöntemde 4 tekerrürlü olacak şekilde 50'şer adet ve embriyo kısımları yukarı gelecek şekilde dizilmiştir. Çeltik tohumları standart çimlendirme testi iklim odasında optimum 25 °C sıcaklıkta, %50 nem ve aydınlık ortamda 14 gün süre ile yürütülmüştür. Yapılan çalışmada özellikle çimlenme değeri düşük olan tohumlara da yer verilerek tohum vigor testleri açısından uygun varyasyonun yakalanması da amaçlanmıştır. Elektriksel iletkenlik (EC) testi öncesi kullanılacak materyallerde temizlik testi yapılmıştır. Bu amaçla; 250 ml saf su (saf su iletkenlik testi 5µS/cm'den düşük) erlenmayer içerisine konulduktan sonra 20 °C'de 24 saat süre sonunda kondüktivimetre ile iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Her bir tohum lotunda 4 tekerrür kullanılarak 50'şer adet tohum tartılıp, tartım sonrası tohumlar 20 °C'de bekleyen içinde saf su bulunan (250 ml) beherlere konularak, 24 saat sonunda kaplar içerisinde bulunan saf su kondüktivimetre cihazı ile ölçümleri yapılarak, ortalama kontrol iletkenlik değeri ile her kaptaki tohum ağırlıkları kullanılarak tohumların elektriksel iletkenlik değerleri hesaplanmıştır (ISTA, 1995). ISTA tarafından belirlenen 20 °C 24 saat süresine ek olarak çalışmada ayrıca 48 ve 72 saat süreleri de deneme desenine dahil edilmiştir (ISTA, 1995). Hızlandırılmış yaşlanma (HYT) testinde ise çeltik tohum lotlarına ait 4 tekerrürlü olacak şekilde 200 adet tohum tel ağ sepetlerin (8 cm çap ve 9 cm uzunluğunda 3.5 cm'lik bacaklara sahip) içine yerleştirilmiştir. 40 ml saf su (dezenfekte edilmiş) plastik kutulara eklenmiştir. Tohumlar hızlandırılmış yaşlanma kabini içerisinde önceki çalışmalar dikkate alınarak belirlenen şartlar altında 10 adet hızlandırılmış yaşlanma koşulunda (41, 42, 43, 44 ve 45 °C sıcaklıkta, 48 ve 72 saat) 48-72 saat ve 40-45 °C sıcaklık aralıklarında ve hızlandırılmış yaşlanma kabini içinde %100 ortalama nemli koşullarda maruz bırakılmıştır (Chhetri, 2009, ISTA, 1995). Yaşlandırma uygulamalarının ardından tohumlar standart çimlenme alınarak her bir tohum lotunun vigoru hakkında % değer elde edilmiştir.

### **Tarla çıkış testi**

Çalışmada kullanılan tüm vigor testlerin tarla koşullarında performanslarını da belirlemek amacıyla çeltik tohum lotlarına tarla çıkış testi de uygulanmıştır. Bu amaçla; tüm tohum lotları Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yer alan çeltik yetiştirme havuzunda, her bir sraya 15 adet tohum gelecek şekilde 4 tekerrürlü olacak şekilde ekim işlemi yapılmıştır. Havuz içerisinde ekimden sonra sürekli su miktarı kontrol edilerek göllenmesi sağlanmıştır. Tarla çıkış testi için 14 gün boyunca her bir lot için fide (Zadoks 13) sayımı yapılmış ve bu süre sonunda her bir lot için % olarak tarla çıkış değerleri elde edilmiştir.

### **İstatistiksel değerlendirme**

Çalışmada elde edilen verilerin istatistik değerlendirmesi için SPSS 19 paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine uygun olacak şekilde ANOVA testi uygulanmış ve farklılıkların gruplandırması ise DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. İncelenen tüm test yöntemleri arasında korelasyon analizleri de yapılarak hangi vigor testi ve koşulunun tarla çıkış testi ile uyumlu olduğu analiz edilmiştir.

## **ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA**

### **Standart çimlenme oranı (%)**

Tohumluk kalite kontrollerinde yaygın kullanılan standart çimlendirme testi, optimum tarla koşullarındaki çıkışın tahmin edilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Tohumların canlılıklarının ekim öncesi bilinmesi tarla çıkışı ve ekim sıklığı açısından büyük önem arz etmektedir (Akbudak ve Başay, 2009). Her bir tohum lotunun çimlenme oranı ortalaması dikkate alınarak yapılan varyans analiz sonuçlarında tohum lotları arasında istatistiksel anlamda önemli fark olduğu ( $p < 0.01$ ) belirlenmiştir. Toplam 38 lot içerisinde 25 adet tohum lotunun çimlenme değeri %85 ve üzeri bulunarak yüksek çimlenme değerine sahip



oldukları belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı %99.0 değeri ile 38. tohum lotunda elde edilirken, en düşük çimlenme oranı %12.1 ile 20. tohum lotunda bulunmuştur (Çizelge 2). Genel olarak çeltik tohumlarının standart çimlenme oranı değerleri tarla çıkış testine oranla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu nedenle optimum koşullarda yapılan çimlendirme testinin tohumların tarla performanslarını net olarak yansıtamadığı bu yüzden vigor testlerinin de tohum kalitesi yönünden mutlaka değerlendirilmesi gerekmektedir (Başak, 2006).

**Çizelge 2.** Çeltik tohum lotlarına ait standart çimlenme ve elektriksel iletkenlik değerleri

**Table 2.** Standard germination and electrical conductivity test mean values of rice seed lots

Standart Çimlenme Oranı (%)				Elektriksel İletkenlik Değeri ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	86.0 f-i	20	12.1 o	1	5.33 cd	20	3.41 pq
2	74.5 klm	21	96.0 abc	2	3.40 pq	21	4.31 jkl
3	92.7 a-e	22	82.5 hij	3	2.91 r	22	4.26 kl
4	82.5 hij	23	69.0 m	4	4.93 efg	23	2.62 s
5	92.5 a-f	24	92.8 a-e	5	3.43 pq	24	3.53 opq
6	81.0 ijk	25	84.1 g-j	6	2.90 r	25	5.23 de
7	96.0 abc	26	84.0 g-j	7	4.39 ijk	26	3.41 pq
8	95.5 abc	27	92.5 a-f	8	3.73 no	27	6.22 a
9	88.5 d-h	28	95.7 abc	9	3.63 nop	28	5.32 cd
10	94.5 a-d	29	95.0 a-d	10	4.08 lm	29	4.54 hij
11	94.5 a-d	30	82.5 hij	11	5.70 b	30	4.92 fg
12	94.5 a-d	31	96.7 ab	12	3.83 mn	31	5.61 bc
13	94.7 a-d	32	95.7 abc	13	4.80 gh	32	2.72 rs
14	70.7 m	33	97.8 ab	14	4.53 ij	33	4.51 ijk
15	92.0 b-f	34	87.5 e-i	15	4.34 jk	34	4.60 hi
16	98.5 ab	35	94.7 a-d	16	3.61 nop	35	6.33 a
17	55.7 n	36	96.7 ab	17	3.31 q	36	3.32 q
18	78.5 jkl	37	89.8 c-g	18	4.52 ij	37	3.47 pq
19	74.2 lm	38	99.0 a	19	5.11 def	38	4.25 kl
Ortalama: %86.3, HKO: 8.19**				Ortalama: 4.2 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ , HKO: 0.43**			
*: 0.05, **: 0.01 düzeyinde önemli; HKO: Hata kareler ortalaması							

### Elektriksel iletkenlik testi (EC)

Tohumlarda yaşlanma esnasında canlılıkta meydana gelen azalma ile ters orantılı olarak hücre zarlarının bozulma oranı artarak hücre zarları seçici geçirgenlik özelliğini kaybederek zamanla daha çok zarar görmekte ve sitoplazmadan dışarı sızan maddelerin (şekerler, amino asitler, iyonlar, vs.) miktarlarında da artışlar meydana gelmektedir. Bu prensibe dayalı olarak, EC testi daha çok bezelye, fasulye ve soya tohumları için kullanılsa da diğer birçok türün tohumlarında canlılık hakkında bilgi verebilmektedir (Sivritepe, 2011). Tohumdan suya geçen iyon ve özellikle K iyonlarının yarattığı elektrik akımını ölçmeye dayalı olan EC testi, hücrelerde membran sistemlerindeki bütünlüğün bozulmasından dolayı tohumdan suya geçen iyon miktarı arttıkça, çözültideki elektrik iletkenliği de artmaktadır (Eser ve İbi, 2019). EC test sonucu  $<25 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  ise vigoru yüksek uygun olmayan çevre koşullarında ekimi yapılabilecek tohumluk,  $>43 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  ise ekim için uygun olmayan tohumluk sınıfındadır (ISTA, 1995).

Bu çalışmada incelenen çeltik tohum lotları 24 saat süre sonunda elde edilen ortalama değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada 24 ve 48 saat sonunda tohumların iletkenlik değerleri  $25 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  değerinin oldukça altında elde edilmiştir. Çeltikte iletkenlik testi için tohumlar tekrar ölçüm için 72 saat

inkübatöre konulduğunda ise tohumlarda çimlenme görülmüştür. Her bir tohum lotunun ortalaması dikkate alınarak yapılan varyans analiz sonuçlarında tohum lotları arasında 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli fark ortaya çıkmıştır. Ancak elde edilen değerler incelendiğinde çimlenme değeri düşük olan tohumlarında EC değerinin düşük yani vigor değerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Bu nedenle yapılan çalışmada çeltik tohumları için iletkenlik testinin vigor testi olarak kullanılmasının uygun olmadığı bulunmuştur.

Önceki yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilerek; bezelyede tarla çıkışı ile tohum kalitesi arasındaki korelasyonu incelendiğinde ve su stresi ( $r=0.78^{**}$ ), kontrollü bozulma ( $r=0.91^{**}$ ) ve laboratuvar toprak çıkışı ( $r=0.94^{**}$ ) testlerinin tarla çıkışını tahminlemede iyi olduğunu fakat elektriksel iletkenlik ( $r=0.51$ ) testinin başarısız olduğu belirlenmiştir (Chhetri, 2009). Farklı vigor test yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada çeltik tohumlarında yapılan EC testi sonuçlarının  $57-84 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  değerleri arasında olduğu ve tohum lotları arasında çok fazla varyasyon olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. İncelenen vigor testleri içerisinde en uygun olarak soğuk ve hızlandırılmış yaşlanma testlerinin uygun olduğu ifade edilmiştir (Patin ve Gutormson, 2015).

### Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 41 °C, 48 ve 72 saat koşulu

Delouche ve Baskın (1973) hızlandırılmış yaşlanma prosedürünü tohum depolanabilirliğini ölçmek ve vigoru değerlendirmek üzere geliştirmiştir. Bu testin temelinde daha yüksek vigora sahip tohumların yüksek nem ve sıcaklık koşullarını daha iyi tolere edebilmektedirler.

**Çizelge 3.** Hızlandırılmış yaşlanma 41 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)

**Table 3.** Accelerated aging test mean values of 41 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 41 °C 48 saat (%)				HYT 41 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	26.5 g	20	0.00 i	1	18,5 h	20	0,00 i
2	0.00 i	21	85.5 ab	2	0,00 i	21	83,0 a-d
3	83.5 abc	22	0.00 i	3	86,5 ab	22	0,00 i
4	29.5 g	23	0.00 i	4	22,0 h	23	0,00 i
5	75.0 cd	24	0.00 i	5	72,5 def	24	0,00 i
6	0.00 i	25	16.0 h	6	0,00 i	25	7,00 i
7	25.5 g	26	2.00 i	7	25,0 h	26	3,50 i
8	6.00 i	27	53.5 ef	8	6,00 i	27	63,5 f
9	2.00 i	28	83.0 abc	9	0.00 i	28	84.0 abc
10	26.5 g	29	3.50 i	10	22.5 h	29	3.50 i
11	85.5 ab	30	7.00 i	11	75.5 b-e	30	6.00 i
12	53.0 ef	31	69.0 d	12	51.7 g	31	80.2 a-d
13	59.0 e	32	78.5 bc	13	66.0 ef	32	83.5 a-d
14	2.00 i	33	92.5 a	14	2.00 i	33	86.0 abc
15	84.0 abc	34	76.0 bcd	15	75.0 cde	34	83.5a-d
16	91.5 a	35	75.0 cd	16	91.5 a	35	75.5 b-e
17	0.00 i	36	84.0 abc	17	0.00 i	36	81.5 a-d
18	52.0 ef	37	45.0 f	18	28.5 h	37	41.5 g
19	0.00 i	38	91.0 a	19	0.00 i	38	91.5 a
Ortalama: %41.3, HKO: 13.15**				Ortalama: %39.9, HKO: 19.52**			

Çalışmada hızlandırılmış yaşlanma test koşullarından biri olan 41 °C 48 ve 72 saat süre vigor testi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Her bir tohum lotuna ait değerler dikkate alındığında varyans analiz sonuçlarına göre 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Her iki test

koşulunda bazı tohum lotlarına ait değerlerde herhangi bir çimlenme aktivitesi görülmezken 16, 33, 38 ve 21 numaralı tohum lotlarında oldukça yüksek değerler elde edilmiştir. Tohum gücünün değişmesine bağlı olarak tarla çıkış değerlerinin de arttığı ve azaldığı görülmektedir. Ancak elde edilen değer ve korelasyon analizleri incelendiğinde 41 °C 48 ve 72 saat HYT vigor test koşullarının tarla çıkış değerlerini yansıtmadığı görülmüştür (Çizelge 9). Rodo ve Filho (2003)'ün soğan tohumları için hızlandırılmış yaşlanma testinin 41°C/48 ve 72 saat test koşullarının vigor testi olarak en uygun test yöntemi olduğunu belirtmişlerdir. Ancak çalışmamızda bu test koşullarının çeltik için uygun olmadığı anlaşılmıştır.

#### Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 42 °C, 48 ve 72 saat koşulu

Hızlandırılmış yaşlanma testi 42 °C, 48 ve 72 saat koşuluna ait ortalama değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Her iki test koşulunda tohum lotlarına ait değerler dikkate alındığında varyans analiz sonuçlarına göre 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.** Hızlandırılmış yaşlanma 42 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)

**Table 4.** Accelerated aging test mean values of 42 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 42 °C 48 saat (%)				HYT 42 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	3.75 lmn	20	0.00 n	1	2.50 no	20	0.00 o
2	0.00 n	21	43.7 ab	2	0.00 o	21	39.5 bcd
3	41.7 abc	22	0.00 n	3	40.7 abc	22	0.00 o
4	5.50 klm	23	0.00 n	4	5.25 mn	23	0.00 o
5	37.7 cde	24	0.00 n	5	35.5 cde	24	0.00o
6	0.00 n	25	6.25 kl	6	0.00 o	25	2.50 no
7	9.00 jk	26	1.00 mn	7	12.7 jkl	26	0.00 o
8	2.50 lmn	27	14.5 hi	8	1.00 no	27	15.2 jk
9	1.00 mn	28	40.5 a-d	9	0.00 o	28	39.7 bcd
10	11.7 ij	29	3.50 lmn	10	12.2 kl	29	1.50 no
11	41.2 a-d	30	2.33 lmn	11	39.7 a-d	30	1.33 no
12	19.5 g	31	37.0 cde	12	23.0 hi	31	33.2 ef
13	27.0 f	32	33.2 e	13	29.5 fg	32	37.2 cde
14	0.00 n	33	37.5 cde	14	0.00 o	33	44.2 ab
15	39.5 bcd	34	44.5 ab	15	35.0 def	34	35.2 cde
16	46.0 a	35	34.2 e	16	47.0 a	35	35.2 cde
17	0.00 n	36	36.2 de	17	0.00 o	36	27.0 gh
18	17.2 gh	37	17.2 gh	18	17.7 ij	37	9.75 lm
19	0.00 n	38	45.5 a	19	0.00 o	38	45.2 ab
Ortalama: %18.4, HKO: 4.13**				Ortalama: %17.5, HKO: 19.52**			

Elde edilen vigor test sonuçlarına göre; her iki test koşulunda çeltik tohumlarında tohum gücü değerlerinin azaldığı anlaşılmaktadır. 42 °C 48 saat test koşulu süresi 72 saate çıktığında ortalama değerler dikkate alındığında tohum lotlarının vigor değerlerinde genel bir azalma da gözlemlenmektedir. Bazı tohum lotlarına ait çimlenme aktivitesi görülmezken genel olarak tohum lotlarında vigor değerlerinin önceki test koşullarına oranla düştüğü anlaşılmaktadır. Elde edilen değerler tarla çıkış testi ile kıyaslandığında değerlerin genel olarak düşük kaldığı ve tarla çıkış değerlerini yansıtmadığı görülmüştür (Çizelge 9).

#### Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 43 °C, 48 ve 72 saat koşulu

38 adet çeltik tohum lotu için 43 °C 48 ve 72 saat koşullarında uygulanan yaşlanma testi için elde edilen ortalama değerler Çizelge 5'te belirtilmiştir. saptanmıştır. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına

göre çeltik tohum lotlarının vigor sonuçları arasında her iki yaşlanma koşulunda 0.01 düzeyinde önemli farklılıklar meydana gelmiştir. Bazı tohum lotlarına ait sonuçlarda düşük vigordan dolayı herhangi bir çimlenme aktivitesi görülmezken genel olarak tohum lotlarının vigor değerlerinin 42 °C test koşuluna göre artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Özellikle 1, 3, 11, 15, 21, 28, 34 ve 36 no'lu tohum lotlarındaki 41 °C koşullarındaki vigor değerlerine yakın değerler elde edilmiştir. Ancak tarla çıkış testi ile kıyaslandığında 43 °C 48 saat koşulunda birçok tohum lotunda vigor değerlerinin yüksek kaldığı görülmektedir. 43 °C 48 saat test koşuluna oranla 72 saat yaşlandırılan tohum lotlarında vigor değerlerinin azaldığı anlaşılmaktadır. 48 saat test koşulunda özellikle lot 11 (%85.0), lot 15 (%81.5) ve lot 16 (%91.0) ve lot 21 (%89.0) yüksek vigor değerlerine sahip olurken, 72 saat süre sonunda bu tohum lotlarına ait vigor değerlerinde önemli düzeyde azalma tespit edilmiştir.

**Çizelge 5.** Hızlandırılmış yaşlanma 43 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)

**Table 5.** Accelerated aging test mean values of 43 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 43 °C 48 saat (%)				HYT 43 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	20.0 lm	20	2.00 pq	1	5.00 ij	20	0.00 j
2	0.00 r	21	89.0 ab	2	0.00 j	21	62.0 b-e
3	86.5 abc	22	2.00 pq	3	84.0 ab	22	0.00 j
4	39.0 i	23	30.0 jk	4	26.5 gh	23	0.00 j
5	79.0 cd	24	6.50 op	5	72.0 a-d	24	0.00 j
6	0.00 r	25	31.5 j	6	0.00 j	25	25.5 ghi
7	47.0 gh	26	3.00 pq	7	34.5 fg	26	2.00 j
8	26.0 jkl	27	12.0 no	8	12.5 hij	27	28.0 gh
9	4.00 pq	28	86.0 abc	9	2.00 j	28	85.0 ab
10	49.5 g	29	16.0 mn	10	26.5 gh	29	26.0 ghi
11	85.0 abc	30	22.0 lm	11	70.00 a-d	30	10.5 hij
12	65.0 f	31	73.0 de	12	55.5 def	31	77.5 a-d
13	66.5 ef	32	41.0 hi	13	44.5 efg	32	74.5 a-d
14	2.00 pq	33	87.0 ab	14	0.00 j	33	88.0 a
15	81.5 bc	34	22.5 l	15	59.0 cde	34	78.5 abc
16	91.0 a	35	62.0 f	16	84.0 ab	35	57.5 cde
17	0.00 r	36	25.0 kl	17	0.00 j	36	74.5 a-d
18	7.00 op	37	5.50 pq	18	8.50 hij	37	35.0 fg
19	2.00 pq	38	4.00 pq	19	0.00 j	38	76.5 a-d
Ortalama: %36.0, HKO: 6.88**				Ortalama: %36.4, HKO: 82.18**			

Her iki test koşulunda vigor değerleri 42 °C test koşuluna göre artış göstermiştir. 43 °C test koşullarında da tohum lotlarının tarla çıkış performansları incelendiğinde bazı değerlerin yüksek olduğu ancak tarla çıkış testine oranla daha düşük değerler elde edildiği ifade edilebilmektedir (Çizelge 8).

#### Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 44 °C, 48 ve 72 saat koşulu

Her iki test koşulunda tohum lotlarına ait değerler dikkate alındığında varyans analiz sonuçlarına göre 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklar bulunmuştur.

**Çizelge 6.** Hızlandırılmış yaşlanma 44 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)**Table 6.** Accelerated aging test mean values of 44 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 44 °C 48 saat (%)				HYT 44 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	67.2 fgh	20	0.00 n	1	46.1 no	20	0.00 t
2	35.0 k	21	82.0 bcd	2	21.5 q	21	65.3 cde
3	82.0 bcd	22	56.0 j	3	61.5 e-h	22	47.1 mno
4	58.0 ij	23	2.00 n	4	43.5 o	23	4.00 st
5	84.5 ab	24	64.0 hi	5	56.8 g-k	24	43.5 o
6	21.5 l	25	55.5 j	6	34.5 p	25	47.5 mno
7	81.5 bcd	26	28.0 kl	7	54.4	26	47.5 mno
8	80.5 bcd	27	72.5 efg	8	54.3 jkl	27	55.0 i-l
9	65.0 ghi	28	87.0 ab	9	43.0 o	28	55.8 h-l
10	85.0 ab	29	84.0 ab	10	62.0 d-g	29	66.8 b-e
11	92.0 a	30	74.5 def	11	60.5 e-i	30	51.5 k-n
12	83.5 abc	31	91.5 a	12	53.0 j-m	31	63.8 def
13	79.5 b-e	32	76.0 cde	13	50.5 lmn	32	62.5 d-g
14	27.0 l	33	91.5 a	14	15.1 r	33	71.0 abc
15	83.5 abc	34	72.0 efg	15	64.0 c-f	34	74.0 ab
16	92.0 a	35	79.5 b-e	16	58.2 f-j	35	68.5 a-d
17	0.00 n	36	83.5 abc	17	8.00 s	36	73.9 ab
18	12.0 m	37	81.5 bcd	18	15.5 r	37	64.6 cde
19	53.5 j	38	79.5 b-e	19	18.5 qr	38	77.0 a
Ortalama: %64.3, HKO: 10.25**				Ortalama: %48.9, HKO: 6.42**			

Elde edilen değerler incelendiğinde 41, 42 ve 43 °C HYT test koşullarına göre en yüksek ortalama değerler 44 °C 48 saat (%64.3) ve 72 saat (%48.9) test koşullarında bulunmuştur. 33 no'lu tohum lotu % 91,5 değeri ile en yüksek vigor değerine sahip iken 17, 18 20, 23 ve 26 no'lu tohum lotları oldukça düşük vigor değerine sahip olmuşlardır. 44 °C 72 saat test koşulunda tohum vigoru değerleri 44 °C 48 saat test koşuluna oranla vigor değerlerinde düşüş görülmüştür (Çizelge 6).

Tohum lotlarının 44 °C 48 saat HYT koşulu ile tarla çıkış testi kıyaslaması yapıldığında; genel olarak tarla çıkış değerlerinin üzerinde değer elde edilmiş ve tarla performansı iyi olmayan bazı tohum lotlarının değerleri yüksek bulunarak tarla çıkış testi ile değerlerin uyuşmadığı bulunmuştur. 44 °C 72 saat HYT test koşulu diğer koşullara göre tarla çıkış testine en yakın değerleri vererek yüksek korelasyon değerine sahip olmuştur (Çizelge 9). Bu nedenle yapılan 10 adet HYT test koşulu içerisinde tarla çıkış testine en yakın değerler alan 44 °C 72 saat test koşulu ülkemiz çeltik tohumlarında vigor testi olarak hızlandırılmış yaşlanma testinin önerilebileceği anlaşılmaktadır (Çizelge 8). Tayland çeltik çeşitlerinde hızlandırılmış yaşlanma testi optimizasyon çalışmasında; 42 °C 72/96/120 saat, 43 °C 72/96/120 saat ve 44 °C 72/96/120 saat koşulları test edilerek tarla performansı ile korelasyon sonuçlarına bakılmıştır. Yapılan çalışmada da elde edilen ve önerilen HYT test koşulu ile aynı sonuçlar elde edilerek ülkemiz çeltik çeşitleri içinde en uygun test yöntemi ve koşulunun 44°C 72 saat olduğu anlaşılmıştır. Hızlandırılmış yaşlanma vigor testinin çeltik tohumlarında kullanılabilirliği ve çeltik tohumlarında vigor testi olarak kullanılabilirliği tavsiye edilmiştir (Chhetri, 2009).

#### **Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 45 °C, 48 ve 72 saat koşulu**

45 °C 48 ve 72 saat koşullarında uygulanan yaşlanma testi için elde edilen ortalama değerler Çizelge 7'de belirtilmiştir. 45 °C test koşulunda her bir tohum lotuna ait değerler 0.01 düzeyinde

istatistiksel anlamda önemli oranda değişmiştir. 45 °C 48 saat test koşulunda tohum vigor değerleri diğer test koşulları içerisinde en yüksek değere ulaşarak ortalama olarak en yüksek değeri (%69.8) almıştır. En yüksek vigor değerini 33 no'lu lot %93,5 alırken 38 no'lu tohum lotu % 91.5 değeri ile onu takip etmiştir.

**Çizelge 7.** Hızlandırılmış yaşlanma 45 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)

**Table 7.** Accelerated aging test mean values of 45 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 45 °C 48 saat (%)				HYT 45 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	71.5 klm	20	1.33 r	1	2.00 h	20	0.00 h
2	57.2 n	21	87.0 a-f	2	0.00 h	21	19.5 c-h
3	86.0 a-g	22	80.5 e-j	3	42.5 a-d	22	0.00 h
4	31.5 p	23	17.5 q	4	10.5 e-h	23	0.00 h
5	84.7 b-h	24	79.5 g-j	5	34.5 a-f	24	0.00 h
6	78.2 h-k	25	67.2 lm	6	0.00 h	25	2.00 h
7	92.0 ab	26	37.7 op	7	2.00 h	26	0.00 h
8	78.0 h-k	27	84.2 c-h	8	2.00 h	27	7.00 fgh
9	82.2 d-i	28	85.2 b-h	9	0.00 h	28	67.5 a
10	87.2 a-e	29	87.7 a-e	10	4.50 gh	29	2.00 h
11	88.7 a-d	30	0.00 r	11	49.0 abc	30	2.00 h
12	85.0 b-h	31	85.2 b-h	12	31.0 b-g	31	16.0 d-h
13	69.0 lm	32	89.7 abc	13	9.00 e-h	32	6.50 fgh
14	73.5 jkl	33	93.5 a	14	14.0 d-h	33	27.5 b-h
15	71.5 klm	34	76.2 ijk	15	4.66 gh	34	6.00 fgh
16	91.0 abc	35	88.5 a-d	16	37.0 a-e	35	3.00 gh
17	39.7 o	36	84.2 c-h	17	52.0 abc	36	7.50 e-h
18	4.50 r	37	79.7 f-j	18	0.00 h	37	0.00 h
19	65.7 m	38	91.5 abc	19	0.00 h	38	55.5 ab
Ortalama: %69.8, HKO: 9.43**				Ortalama: %13.5, HKO: 36.84**			

Diğer test koşullarında olduğu gibi yüksek çimlenme oranına sahip tohum lotlarının vigor değerleri de yüksek bulunmuştur. 45 °C 48 saat HYT test koşulu tohumların yaşlandırılması için vigor test koşulları içerisinde en yüksek sıcaklık değeri olmasına rağmen değerler oldukça yüksek bulunmuş ve çimlenme oranlarına yakın değer elde edilmiştir. HYT koşulları içerisinde ortalama olarak en düşük değere sahip olan 45 °C 72 saat koşulu diğer 42 °C 72 saat koşulundan bile genel anlamda daha düşük değerler vermiştir (Çizelge 7). Tarla çıkış testi ile kıyaslandığında 45 °C 48 saat HYT koşulu tohumların yaşlandırılması için yetersiz kalarak vigor değerlerinin oldukça yüksek değer almasını sağlamıştır.

#### Tarla çıkış testi ve korelasyonlar

Yapılan çalışmada kullanılan tohum vigor ve canlılık testlerinin karşılaştırılmasının yapılması, incelenen vigor testlerinin tarla çıkışı ile korelasyonlarının saptanması amacıyla yapılan tarla çıkış testi varyans analiz sonuçları incelendiğinde tohum partileri arasında 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklar meydana gelmiştir. Tarla çıkış testinde tohum partileri arasında büyük farklılıklar meydana gelerek bazı tohum lotlarının tarla çıkış performansları düşük kalmıştır. Tarla çıkış testi sonuçlarına bakıldığında yapılan hızlandırılmış yaşlanma testlerinde yüksek değer alan 38 no'lu hat %78.5 değeri ile en yüksek çıkış değerine sahip olmuştur (Çizelge 8).

**Çizelge 8.** Tarla çıkış testi ortalama değerleri (%)

**Table 8.** Field seedling emergence test mean values (%)

Tarla Çıkış Testi (%) 14. gün					
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	46.6 nop	14	17.3 r	27	54.2 jkl
2	21.7 r	15	65.7 d-g	28	56.1 ijk
3	61.4 f-i	16	58.4 hij	29	67.8 cde
4	43.9 p	17	9.85 s	30	51.6 k-n
5	56.4 ijk	18	10.8 s	31	65.3 d-g
6	34.2 q	19	18.4 r	32	63.5 e-h
7	53.5 j-m	20	0.00 t	33	71.1 bcd
8	53.4 j-m	21	66.4 def	34	74.2 abc
9	44.2 p	22	47.1 nop	35	68.9 b-e
10	63.9 e-h	23	6.24 s	36	74.9 ab
11	59.5 g-j	24	44.6 op	37	66.0 def
12	51.8 k-n	25	47.7 m-p	38	78.5 a
13	50.7 k-o	26	48.5 l-p	Ortalama: 49.3, HKO: 12.64**	

Tohumluk kullanımında sadece çimlenme oranının dikkate alınması çimlenme için uygun olmayan koşullar meydana geldiğinde zarara yol açabilmektedir. Örnek olarak; genelde en yüksek değeri veren tohum lotu dikkate alındığında 38 no'lu tohum lotunun çimlenme değeri %99 iken tarla çıkış değeri %78.5'e kadar düşmektedir. Bu nedenle özellikle çeltik yetiştiriciliğinde çimlenme oranının yanı sıra vigor testlerinin de yapılması büyük önem taşımaktadır. Çimlenme oranı değerleri ile tarla çıkış testi arasında önemli düzeyde korelasyon tespit edilerek çimlenme değeri yüksek olan tohumların tarla koşullarında da yüksek çıkış değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Hızlandırılmış yaşlanma testi ile diğer test sonuçlarının korelasyonları incelendiğinde genel anlamda hem çimlenme oranı hem de tarla çıkış değeri ile pozitif ve olumlu korelasyon bulunmuştur (Çizelge 9).

**Çizelge 9.** Tohum test yöntemlerinin korelasyon analizi sonuçları

**Table 9.** Correlation results of seed testing methods

	EC	HYT 1	HYT 2	HYT 3	HYT 4	HYT 5	HYT 6	HYT 7	HYT 8	HYT 9	HYT 10	TÇ
Çim.	0.231**	0.536**	0.537**	0.512**	0.514**	0.499**	0.553**	0.798**	0.796**	0.699**	0.321**	0.788**
EC	-	0.213**	0.204*	0.163*	0.164*	0.227**	0.147*	0.347**	0.252**	0.133*	0.099	0.235**
HYT 1	-	-	0.981**	0.971**	0.970**	0.749**	0.925**	0.640**	0.675**	0.467*	0.637**	0.661**
HYT 2	-	-	-	0.970**	0.967**	0.736**	0.936**	0.654**	0.693**	0.506**	0.634**	0.682**
HYT 3	-	-	-	-	0.977**	0.750**	0.936**	0.628**	0.672**	0.483**	0.658**	0.663**
HYT 4	-	-	-	-	-	0.783**	0.931**	0.671**	0.540**	0.440**	0.585**	0.529**
HYT 5	-	-	-	-	-	-	0.773**	0.671**	0.540**	0.440**	0.585**	0.529**
HYT 6	-	-	-	-	-	-	-	0.705**	0.727**	0.541**	0.670**	0.717**
HYT 7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.886**	0.716**	0.415**	0.876**
HYT 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.682**	0.356**	<b>0.984**</b>
HYT 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.354**	0.686**
HYT 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.340**

Çim.: Çimlenme oranı, EC: Elektriksel iletkenlik testi, HYT1: 41 °C /48 saat, HYT2: 41 °C /72 saat, HYT3: 42 °C /48 saat, HYT4: 42 °C /72 saat, HYT5: 43 °C /48 saat, HYT6: 43 °C /72 saat, HYT7: 44 °C /48 saat, HYT8: 44 °C /72 saat, HYT9: 45 °C /48 saat, HYT10: 45 °C /72 saat, TÇ: Tarla çıkış testi

İncelenen tohum lotlarında çimlenme oranı zayıf olanların hızlandırılmış yaşlanma test sonuçlarının da düşük değer alması canlılığı zayıf olan tohumların yaşlanma ile vigor değerlerinin düşmesi bu vigor testinin kullanılabilirliğini göstermektedir. Tayland çeltik çeşitlerinde de önerilen HYT 44 °C 72 saat test koşulunun yaptığımız çalışmada da tarla çıkış testi ile göstermiş olduğu yüksek düzeyde korelasyon ( $r=0.984^{**}$ ) değeri nedeniyle laboratuvar koşullarında vigor testi ile çeltik tohumlarının tohum gücü değerleri hakkında önemli bilgi edinebileceği anlaşılmıştır (Chhetri, 2009).

## SONUÇ

Türkiye'de çeltik yetiştiriciliğinde serpme ekim yönteminin uygulanması, sertifikalı tohumluk kullanımının yeterli düzeyde olmaması, su dolu tavalara ekim yapılması (su sıcaklığı) ayrıca iklim koşulları nedeniyle uygun zamanda ekim yapılamaması çeltik tohumunun çimlenme esnasında birçok stres faktörünün etkisi altında kalmasına neden olmaktadır bu yüzden tohum vigor değerlerinin bilinmesi optimum çıkış açısından büyük önem arz etmektedir. Çimlenme oranının yanı sıra tohumların vigor değerlerinin bilinmesi çimlenme ve çıkış nedeniyle yaşanacak sorunları azaltacaktır. Ayrıca çeltik tohumluğu satışı yapan firmaların pazarlama stratejilerini belirlemesi, depolama şartları nedeniyle canlılıkta yaşanabilecek sorunların ön görülerek kaliteli tohumlukları piyasaya sürmeleri ile güven ve kazanç elde etmeleri mümkündür. Kaliteli tohumluk kullanan üreticilerinde çimlenme ve çıkışın istenilen düzeyde olması, çeltik tohumlarının yabancı otlarla mücadele şansını artırma ve istenilen ekim normunun yakalanması sayesinde verimde artışlar yaşanacağı düşünülmektedir. Bu nedenle çalışma sonucunda çeltik üretiminde verimin artırılması amacıyla elde edilen hızlandırılmış yaşlanma vigor testinin 44 °C 72 saat süre koşulunun tohum test merkezlerince kullanılmaya başlanması ve tohum gücü yüksek tohumluk kullanımının sağlanması önerilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mithat Nuri GEVREK hocamızı Türk tarımı ve bilimine, birçok ziraat mühendisi öğrencisinin ve akademisyenin yetişmesinde yaptığı katkılardan dolayı kendisini saygı, özlem ve rahmet ile anıyoruz.

## KAYNAKLAR

- Akbudak, N. & S. Başay, 2009. Biber tohumlarında canlılık tespitine yönelik kullanılan tetrazolium test metodunun modifikasyonu. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (1): 21-25.
- Arın, L., M. B. Eser & H. İlbi, 2019. Tohum Biyolojisi (II. Bölüm). Tohum Tohumculuk ve Teknolojileri, Cilt 1 (I. Basım). Editör: Prof. Dr. Tahsin Kesici. Bisab, Arkadaş Basım, sayfa: 51-138.
- Başak, Ö. 2006. Kontrollü yaşlanma testinin biberde tohum partilerinin düşük ve yüksek sıcaklıkta fide çıkışı ve depo ömrünün tahmininde kullanılması. Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 44 sayfa.
- Chhetri, S. 2009. Identification of Accelerated Aging Conditions for Seed Vigour Test in Rice (*Oryza sativa* L.), Suranaree University of Technology, Tayland, Doktora tezi, 115 sayfa.
- Delouche, J.C. & C.C. Baskin, 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, 1: 427-452.
- Duman, İ. & A. Gökçöl, 2017. Biber (*Capsicum annuum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) tohumlarının fidelik performanslarının iyileştirilmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 54 (3): 333-340.
- Eser, M. B., H. Saygılı, A. Gökçöl & E. İlker, 2005. Tohum Bilimi ve Teknolojisi, TOTEM Yayın No:3, Cilt: 2, 658-679.
- Eser, M. B. & H. İlbi, 2019. Tohumlarda Kalite Testleri (9.2. Bölüm). Tohum Tohumculuk ve Teknolojileri, Cilt 3 (I. Basım). Editör: Prof. Dr. Tahsin Kesici. Bisab, Arkadaş Basım, sayfa: 1665-1699.
- FAOSTAT, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Erişim: Ocak, 2020.



- IRRI, 2013. International Rice Research Institute Seed Quality Training Manual. Post Harvest Unit, 23 s.
- ISTA, 1995. International Seed Testing Association. Handbook of Vigour Test Methods, 3 rd. Edition, Zurich, Switzerland.
- ISTA, 2014. International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing, 2014 Edition, Zurich, Switzerland.
- İlbi, H. & M.B. Eser, 2004. Tohum Uygulamalarının Soğan Tohumlarında Yaşlanmaya Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 41 (1): 39-48.
- İlbi, H. & H. Geren, 2005. Tohum Depolamanın Temel İlkeleri. Tohum Bilimi ve Teknolojisi, TOTEM Yayın No: 3, Cilt: 1, 381-425.
- Kenanoğlu, B.B & H. Dinler, 2018. Effect of accelerated aging test on fungi formation in stored eggplant seeds. Eurasian Journal of Forest Science, 6 (2): 13-25.
- Marcos Filho, J, 2015. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. Scientia Agricola, 72 (4): 363-374.
- McDonald, M.B. 1999. Seed Deterioration: Physiology, Repair and Assessment. Seed Science and Technology, 27: 177-237.
- Patin, A.L. & T.J. Gutormson, 2005. Evaluating rice (*Oryza sativa* L.) seed vigor. Seed Technology, 25 (1): 115-120.
- Rodo, A.B. & J.M. Filho, 2003. Accelerated aging and controlled deterioration for the determination of the physiological potential of onion seeds. Scientia Agricola, 60 (3): 465-469.
- Sivritepe, H.Ö. 2011. Tohum Canlılığının Değerlendirilmesi, Alatarım Dergisi, 10 (2): 94-105.
- Süreç, H. 2002. Çeltik Tarımı. Hasad Yayıncılık Ltd Şti., İstanbul
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr. Erişim: Ocak, 2020.
- Wang, Z., J. Wang, Y. Baho, F. Wang & H. Zhang, 2010. Quantitative trait loci analysis for rice seed vigor during the germination stage. Journal of Zhejiand University-Science B., 11 (12): 958-964.





## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):615-628  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.871428>

Çiğdem KANTUR<sup>1</sup>

Berna TÜRKEKUL<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 6482 Sokak No:22 Kat:7 Daire:43, Yalı Mahallesi, Atakent, Karşıyaka, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):  
[berna.turkekul@ege.edu.tr](mailto:berna.turkekul@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** ihracat, karşılaştırmalı üstünlük, pazar payı, uluslararası rekabet, Vollrath endeksleri,

**Keywords:** export, comparative advantage, market share, international competitiveness, Vollrath indexes

# Türkiye'nin pamuk ve pamuklu dokumada uluslararası rekabet gücü: sabit pazar payı ve açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük analizi\*

International competitiveness of the Turkish cotton and cotton weaving products: a constant market share and revealed comparative advantage analysis

\* Bu makale birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 31.01.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 17.05.2021

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada Türkiye'nin dünya pazarındaki rekabet gücünün pamuk ve pamuklu dokuma itibarıyla belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışmanın ana materyali; UN COMTRADE'den sağlanan pamuk ve pamuklu dokuma ile ilgili dış ticaret verileridir. Veriler kullanılarak Türkiye ve rakip ülkeler için Nispi İhracat Avantajı (RXA), Nispi İthalat Avantajı (RMA), Nispi Ticaret Avantajı (RTA), Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler (RCA), İhracatta Uzmanlaşma (ESI) endeksi hesaplanmıştır. Dünya pazarında meydana gelen değişim ve bu değişimin ardında yatan nedenler ise sabit pazar payı analizi ile açıklanmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Türkiye'nin kültü pamukta rakipleri karşısında bir üstünlüğü söz konusu değildir. Türkiye ele alınan dönemde kardelenmiş pamukta daha avantajlı konuma gelmiştir. RTA endeksi açısından ise ele alınan dönemde sınırlı bir avantaja sahiptir. Pamuklu dokuma açısından sonuçlar incelendiğinde diğer ürünlerden farklı bir durumda olmadığı, rekabet gücünün az olduğu bulunmuştur.

**Sonuç:** Elde edilen sonuçlar incelendiğinde pamukta Türkiye'nin yurtiçi talebini karşılayamadığı için talebin %50'sinden fazlasını ithalat yoluyla karşıladığı bulunmuştur. Türkiye'nin kardelenmemiş pamukta (5201) rekabet gücü yok iken, kardelenmiş pamukta (5203) zayıf derecede üstünlüğü söz konusudur. Pamuklu dokuma açısından da Türkiye'nin zayıf derecede üstünlüğü söz konusudur.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine Turkey's competitiveness in the world market for cotton and cotton products.

**Material and Methods:** The main material of the study was the data on cotton foreign trade provided from UN COMTRADE. Using the data, relative export advantage (RXA), relative import advantage (RMA), relative trade advantage (RTA), revealed comparative advantages (RCA) with export specialization index (ESI) were calculated for Turkey and competing countries. Constant Market Share Analysis (CMS) was used to explain the change in the world market and the reasons behind this change.

**Results:** In raw cotton Turkey has disadvantages over its competitors. Turkey has become more advantageous in the considered period for carded/combed cotton. In terms of the RTA index, Turkey has a limited advantage. When the results are examined in terms of cotton weaving, it was found that it is not different from other products and has less competitiveness.

**Conclusion:** It was found that 50% of the cotton demand was met through imports, as it could not meet Turkey's domestic demand. While Turkey has no competitiveness in cotton not carded/combed (5201), it has a weak superiority in carded/combed cotton (5203). Turkey also has weak superiority in cotton weaving products.

## GİRİŞ

Bir ülkenin uluslararası alanda rekabet edebilirliği; mikro açıdan firmanın, makro açıdan da endüstrinin ve ülkenin rekabet gücüne bağlıdır. Porter'a göre, uluslararası rekabet gücünün en temel belirleyicisi firmaların sahip olduğu rekabet gücüdür ve bu firmaların yüksek kalitede ve düşük maliyette üretim yapma yeteneğidir (Porter, 1990). Bundan dolayı firmaların rekabet güçlerini artırabilmek için verimli, maliyet düşürücü ve kaliteli üretim yapmaları gerekmektedir. Dahası firmaların belirleyeceği stratejiler öncelikli olarak firmaların piyasa içerisindeki performanslarını ve dolayısıyla içinde buldukları endüstrinin performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Ülke düzeyinde uluslararası rekabet gücü ise bir ekonominin, ülke nüfusuna sürdürülebilir, yüksek yaşam standardı ve istihdam yaratma yeteneğidir (CEC, 2006). Bundan dolayı uluslararası rekabet gücü, sadece dışarıya mal satma ve dış ticaret dengesini sağlama yeteneği değildir. Bunun yanı sıra bir ülkenin gelir ve istihdam düzeyini artırabilme, yaşam kalitesinde kabul edilebilir ve sürekli artışlar sağlayabilme ve uluslararası pazarlardaki payını artırabilme yeteneğidir (Kırankabeş, 2009). Nitekim rekabet gücü yüksek ülkelerin refah düzeylerinin de daha hızlı artma eğiliminde olduğu görülmektedir. Bundan dolayı rekabet gücünü firmalar için tanımlamak nispeten kolaydır, fakat bölgelerin veya ülkelerin rekabet gücünü tanımlamak ise daha zordur.

Türkiye'de globalleşen dünyanın dışında kalmamak, sürekli büyüyen pazarda, pazar payını arttırmak ve bu pazar payını korumak için fırsat ve avantajlardan yararlanmaya çalışmaktadır. Bunun için Türk ekonomisinin uluslararası rekabet gücünün artırılması için çalışmalar, yasal düzenlemeler yapılmış ve önlemler alınmıştır.

Pamuk, tekstil sektörünün temel girdisi ve yüksek katma değer sağlayan bir hammaddedir. Ayrıca, pamuk çirçir, yağ, yem gibi birçok sanayinin hammaddesi durumundadır. Birçok sektörün hammaddesi olmasından dolayı pamuğa olan talep artmaktadır. Bu talep artışında nüfus artışının da etkisi bulunmaktadır. Buna karşın dünya pamuk üretiminin % 80'ini belirli ülkeler tarafından gerçekleştirilmektedir (T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2018). Dünyada ekim alanları açısından ilk sırayı Hindistan almaktadır. Aynı şekilde üretim miktarı açısından Hindistan, Çin'i geride bırakarak son yıllarda ilk sırada yer almaktadır. 2016/17 sezonunda pamuk üretiminde Çin ve Hindistan'ı sırasıyla ABD, Pakistan ve Brezilya takip etmektedir. Pamuk kullanımında ise en önemli ülkeler Çin ve Hindistan dışında Pakistan, Türkiye ve Bangladeş'tir. Önemli pamuk üreticisi olan ABD aynı zamanda pamuk ihracatında ilk sırada yer almaktadır. ABD'ni Hindistan, Brezilya, Avusturalya ve Özbekistan izlemektedir. Hem üretimde hem de tüketimde ilk sıralarda yer alan Çin aynı zamanda en önemli ithalatçı ülkedir. Diğer ithalatçı ülkeler Bangladeş, Vietnam, Türkiye ve Endonezya'dır (FAO, 2019).

Pamuk üreten ülkeler tekstil sektöründe ortaya çıkan talep artışlarına bağlı olarak üretim kapasitelerini ve uluslararası ticarete rekabet güçlerini arttırmak için çalışmaktadırlar. Özellikle 2005 yılında Çok Elyafli Anlaşma'nın kaldırılmasıyla pamuk ihracat ve ithalatında önemli paya sahip olan Uzakdoğu ülkelerinin (Çin, Pakistan, Bangladeş, Endonezya, Vietnam) pamuk ve pamuğa dayalı sanayi dış ticaretindeki ağırlığı artmıştır. Nitekim Türkiye Çin başta olmak üzere birçok Uzakdoğu ülkeleriyle Avrupa Birliği (AB) pazarında rekabet etmektedir. AB pazarında 2019 itibarıyla Çin'in pamuk ve pamuğa dayalı ürünlerdeki payı %14,97 iken, Türkiye'nin payı %27,01'dir. Çin'in tekstil ve hazır giyimdeki payı %42,79 iken, Türkiye'nin payı % 10,17'dir (UN, 2019). Bu payın arttırılmamasında yüksek maliyet, nitelikli işgücü eksikliği, yetersiz araştırma ve geliştirme çalışmaları, teknolojiye dışa bağımlılık ve etkin olmayan destekleme politikaları etkili olmaktadır (Dinççağ, 2010).

Ihracat potansiyeline sahip tekstil sektörünün devamlılığı, ana hammaddesi pamuk ve pamuğa dayalı sanayiye bağlıdır. Türkiye için stratejik önemi olan pamuk ve pamuğa dayalı sanayinin uluslararası piyasada rekabetçi konuma getirilmesi gereklidir. Bu nedenle pamuk ve pamuğa dayalı sanayinin rekabetçi yapısının güçlendirilmesi önem arz etmektedir. Türkiye'nin pamuk ve pamuğa dayalı sanayinin uluslararası rekabet gücüne sahip olması, ülke ekonomisinin sürdürülebilir kalkınma ve refah seviyesine ulaşabilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca kronik cari açık sorunu yaşayan Türkiye için bu sektörde

kazanılacak rekabet gücü dış ticaret açığına yeniden azaltıcı bir etki yapabilecektir. Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için Türkiye'nin uluslararası ticaretteki karşılaştırmalı üstünlüğünün ve rekabet gücünün bilinmesi doğru politikaların geliştirmesine yardımcı olacaktır.

Rekabet kuramındaki gelişmelere paralel olarak uluslararası ticarete ülkelerin rekabet gücünü ölçmeye yönelik birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden, piyasa payı ve dış ticaret göstergelerine dayalı hesaplanan rekabet gücü endeksleri sıklıkla kullanılan hesaplama yöntemi olmuştur. Özellikle açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler endeksini kullanan hem ulusal hem de uluslararası literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur (Balassa, 1965; Vollrath, 1991). Bu çalışmalarda farklı ürün/ürün gruplarında ülkelerin birbirlerine karşı üstünlük ve dezavantajları ortaya konulmuştur (Veeramani, 2002; Fertö ve Hubbard, 2003; Tabata, 2006). Daha yakın zamanlarda, RCA yaklaşımını kullanarak sektöre ve ülkeye özgü rekabet edebilirliği analiz etmek için çalışmalar yapılmıştır (Hinloopen vd, 2004; Ma ve Xiao, 2010; Beyene, 2014).

Türkiye ile ilgili olarak, son dönemde Balassa endeksi ve Vollrath's endeksinin kullanıldığı çalışmalarda önemli bir artış görülmektedir. Türkiye'nin uluslararası pazarlarda rekabet gücünü ölçen bu çalışmaların çoğu sektörel bazdadır (Saraçoğlu ve Köse, 2000; Kotan ve Sayan, 2001; Akgüngör vd, 2001, Tosun ve Demirbaş, 2008; Çukur vd, 2017). Uygulanan modellerde, ülke karşılaştırmasında ve incelenen ürünlerde farklılıklar olsa da bu çalışmaların ortak sonucu Türkiye'nin mevcut rekabet gücünün sürdürülebilir olmamasıdır.

İhracat performansı ve pazar payı göstergelerine dayalı bu çalışmaların yanı sıra, farklı sektörler için sabit pazar payı analizi (CMS) kullanan çalışmalar da bulunmaktadır (Tyszynski 1951; Fagerberg ve Sollie, 1987; Abay vd., 2006; Atış vd. 2013; Özden, 2015). Genel olarak pamuk sektörünü değerlendirmek ve tekstil endüstrisinin uluslararası rekabet gücünü ortaya çıkarmak için bazı araştırmalar yapılmış olsa da; pamuk ve pamuğa dayalı sanayinin uluslararası rekabet edebilirliğini inceleyen çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada pamuk ve pamuklu dokuma sektörünün uluslararası rekabet gücü farklı rekabet endeksleri ve sabit pazar payı analizi ile birlikte kullanılarak ortaya konulmuştur. Farklı metodolojileri birleştiren bu çalışma literatürdeki bu boşluğu doldurmaya yönelik önemli bir çalışmadır.

Bu bağlamda bu çalışmada Türkiye'de pamuk ve pamuğa dayalı sanayinin dünya pazarında rekabet gücünün ve dış ticarete karşılaştırmalı üstünlük konumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için pamuk dış ticaretinde önemli paylara sahip ülkelerin rekabet konumu, RCA ve CMS analizleri ile belirlenmiştir.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

### **Materyal**

Çalışmanın ana materyali; Türkiye'nin ve dünya pazarında rakibi olan ülkelerin uluslararası rekabet gücünün hesaplamalarına ilişkin kaynak oluşturan UN COMTRADE, USDA, TÜİK, FAO, ICAC gibi ulusal ve uluslararası kurumlardan sağlanan pamukla ilgili üretim ve dış ticaret ile ilgili verilerdir. Bu veriler ilgili kurumların web sitelerinden ve/veya doğrudan kurumlarla yapılan görüşmeler sonucu elde edilmiştir.

### **Yöntem**

Karşılaştırmalı üstünlüğü ölçmek için Balassa (1965) tarafından dolaylı ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem sadece ihracat için kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan bu metot, ithalat bilgisi içermemesi nedeniyle özellikle ithalat miktarının büyük olduğu mallarda / sektörlerde eksik yargıya götürebilmektedir. Bundan dolayı Vollrath (1991), Balassa endeksini ithalatı ve diğer ülke verilerini de göz önüne alacak şekilde geliştirmiştir. Vollrath (1991) karşılaştırmalı üstünlüğe yönelik üç alternatif tanımlama yapmıştır. Bu endeksler Nispi İhracat Avantajı Endeksi (RXA), Nispi İthalat Avantajı Endeksi (RMA), Nispi Dış Ticaret Üstünlüğü Endeksi (RTA), Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler Endeksi (RCA)'dir. Bu endeksler aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$RXA_{ij} = (X_{ij} / X_{it}) / (X_{nj} / X_{nt}) \quad (1)$$

$$RMA_{ij} = (M_{ij} / M_{it}) / (M_{nj} / M_{nt}) \quad (2)$$

$$RTA_{ij} = RXA_{ij} - RMA_{ij} \quad (3)$$

$$RCA_{ij} = \ln(RXA_{ij}) - \ln(RMA_{ij}) \quad (4)$$

Burada X ihracatı, M ithalatı ifade etmektedir.  $X_{ij}$ : i ülkesinin j malı ihracatı,  $X_{nj}$ : n ülke/ ülke grubunun j malı ihracatı,  $X_{it}$ : i ülkesinin toplam ihracatı,  $X_{nt}$ : n ülke/ ülke grubunun toplam ihracatıdır.  $M_{ij}$ : i ülkesinin j malı ithalatı,  $M_{nj}$ : n ülke/ ülke grubunun j malı ithalatı,  $M_{it}$ : i ülkesinin toplam ithalatı,  $M_{nt}$ : n ülke/ ülke grubunun toplam ithalatıdır. RTA ve RCA'nın pozitif değerleri rekabet avantajını gösterirken, negatif değerler rekabet dezavantajını göstermektedir.

Bu endekslerin yanı sıra İhracatta Uzmanlaşma Endeksi (ESI) de hesaplanmıştır. İhracatta Uzmanlaşma Endeksi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$ESI = (X_{ij} - M_{ij}) / (X_{ij} + M_{ij}) \quad (5)$$

Bir ülkenin ihracat veya ithalatta uzmanlaşma derecesini belirlemek için kullanılmaktadır. -1 ile 1 arasında değişen değerler alan endeksin değeri büyüdükçe, o ülke için söz konusu piyasada uzmanlaşmaya gittiğini ve dolayısıyla bir rekabet avantajı elde etmiş olduğu şeklinde yorumlanır.

Son olarak çalışmada Sabit Pazar Payı (CMS) analizi kullanılarak 1997-2017 yılları arasında pamuk ve pamuğa dayalı sanayinde Türkiye'nin ihracat performansı değerlendirilmiştir. CMS analizi için ele alınan dönem, dönem başlangıcı (1997-2001) ve dönem sonu (2013-2017) olmak üzere ikiye ayrılmış ve her dönem beş yıl ortalaması olarak hesaplanmıştır. Böylelikle dünya pazarında meydana gelen değişim ve bu değişimin ardında yatan nedenler üç faktörlü bir yapı ile açıklanmıştır.

Sabit Pazar Payı (CMS) analizinde bir ülkenin belirli bir dönemde belirli bir hedef pazarda, bir mal ya da mal grubunun ihracatındaki gelişme, dört etkiye ayrıştırılabilir. Bu etkilerden birincisi olan "pazar hacminin etkisi"; hedef pazarda genel olarak ortaya çıkan ithalat artışının etkisini ifade etmektedir. İkinci etki "mal bileşiminin etkisi" olarak ifade edilmekte ve eğer birden fazla malın ihracatındaki toplam değişim irdeleniyorsa, ele alınan ülkenin, piyasası genişleyen ya da talebi artan mallara yönelip yönelmediği konusunda fikir vermektedir. Üçüncü etki "pazar bileşiminin etkisi" olarak tanımlanmakta ve ithalatı hızla artan ülkelere, doğru odaklanıp odaklanılmadığı konusunda fikir vermektedir. Ancak tek bir pazardaki değişim inceleniyorsa bu etki dikkate alınmamaktadır. Bu çalışmada da sadece dünya pazarı ele alındığı için pazar bileşiminin etkisi dikkate alınmamıştır. Dördüncü etki olan "rekabet etkisi" ise, Sabit Pazar Payı modelinde artık terim olarak tanımlanır. Artık terim, yukarıda açıklanan üç etkinin dışındaki açıklanamayan etkilerin toplamıdır. Bu terimin negatif ya da pozitif işaretli olmasına bağlı olarak dışarıdaki rekabetin geliştiği ya da bozulduğu konusunda bir yargıya varmak mümkündür. Bu çalışmada, Ongsritrakul ve Hubbard (1996), tarafından kullanılan ve aşağıda belirtilen denklem kullanılmıştır.

$$q^1 - q^0 = S^0 (Q^1 - q^0) + \sum_i (S_i^0 - S^0) X Q_i^1 + (q^1 - \sum_i S_i^0 - S^0) \quad (6)$$

Denklemden;

q: Ele alınan ülkenin hedef pazara ihracatı

S: Ele alınan ülkenin hedef pazar ihracatının içindeki pazar payı

$S_i$ : Ele alınan ülkenin hedef pazarda her bir ürün grubuna yönelik ihracatındaki pazar payı

Q: Hedef pazara yönelik toplam ihracat

$Q_i$ : Her bir ürün grubunun hedef pazara ihracatı

0 analize esas teşkil eden baz dönemi, 1 son dönemi temsil etmektedir.

Dünya pazarında kardelenmiş ve kardelenmemiş pamuk (5201 ve 5203) ve pamuklu dokumada (5208, 5209) Türkiye'nin rakipleri 2013-2017 yılları ihracat değerlerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Rakipler belirlenirken bu ürünlerin ihracatında toplam %50 ve üzerinde pay alan ülkeler kapsama alınmıştır. Bu ülkeler ürün grupları itibariyle Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Pamuk Sektöründe Türkiye'nin Rakibi Olan Ülkeler (2013-2017 Ortalaması)

**Table 1.** Turkey's Opponents in the Cotton Sector (2013-2017 Average)

Ürün/Ülke	5201	5203	5208	5209
	%	%	%	%
ABD (US)	36.95	20.76	--	5.25
Hindistan (IN)	19.07	--	6.79	6.23
Brezilya (BR)	9.88	--	--	--
Avustralya (AU)	12.43	--	--	--
Mali	--	24.37	--	--
Uganda (UG)	--	8.06	--	--
Meksika (MX)	--	5.00	--	--
Tanzanya (TZ)	--	4.47	--	--
Pakistan	--	--	4.47	13.07
Çin (CN)	--	--	57.96	31.26
Türkiye (TR)	0.79	1.37	1.99	6.61
Toplam	79.11	64.03	71.21	59.19

Kaynak: UN, COMTRADE veri tabanından hesaplanmıştır.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Harmonize Mal Tanımı ve Kodlama sistemin dörtlü kod pozisyonlarından olan 5201 ve 5203 kodları karde edilmiş ve edilmemiş pamuğu kapsamaktadır. Diğer bir ifade ile 5201 kütlü pamuğu, 5203 ise iplik imali için temizlenmiş pamuğu kapsamaktadır. Türkiye'nin rakiplerine göre rekabet durumu bu iki alt pozisyonda belirlenmiştir. Dünya kardelenmemiş pamuk ihracatında 2013-2017 döneminde en yüksek payı %41.01 ile ABD almaktadır. ABD'yi sırasıyla Hindistan (%14.67), Brezilya (%11.61) ve Avustralya (%10.93) takip etmektedir (Çizelge 1). Ele alınan dönem itibariyle kardelenmemiş pamuk ticaretini gerçekleştirilen bu dört ülke ile birlikte Türkiye'ye ait RXA, RMA, RTA ve RCA endeksleri hesaplanmıştır.

Pamuk ihracatını ülkenin ve dünyanın genel ihracatına göre avantajını ortaya koyan RXA endekslerine göre Avustralya (10.14) ilk sırada yer almaktadır. Kardelenmemiş pamukta avantajlı olan diğer ülkeler ise sırasıyla Hindistan (9.17), Brezilya (6.07) ve ABD'dir (5.19). RXA>1 olması incelenen bütün ülkelerin pamukta rekabet avantajına sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin rakip ülkelere göre RXA değerleri birin üstünde olmasına rağmen, daha düşüktür. Bu da Türkiye'nin rakip ülkeler karşısında rekabet gücünün daha düşük olduğu anlamına gelmektedir (Çizelge 2). Türkiye'nin RMA endeksi diğer dört ülkeye göre yüksektir. Bu değer birin büyük olması, ele alınan dönemde ilgili ülkenin dezavantajlı olduğunu göstermektedir. RMA endeksi açısından ülkeler incelendiğinde en düşük değerlere Avustralya ve ABD'nin sahip olduğu görülmektedir. Brezilya'nın 2000 yılından itibaren RMA değerleri bire yaklaşılmaya başlamıştır. 2011 yılından itibaren birin altına düşerek dezavantajlı konumdan avantajlı konuma geçmiştir. Benzer şekilde de Hindistan 2008 yılından itibaren avantajlı duruma geçmesine rağmen, bu avantajı 2014 yılından itibaren koruyamadığı görülmektedir. Türkiye ise ele alınan dönem itibariyle dezavantajlı konumunu avantajlı duruma çevirememiştir (Çizelge 2). Bunda Türkiye'nin önemli bir pamuk ithalatçı ülke olması yatmaktadır.

Avustralya ve ABD'nin düşük RMA endeks değerlerine sahip olması RTA endekslerine olumlu yansımaktadır. Avustralya en yüksek görelî avantaja sahiptir. ABD, Hindistan ve Brezilya'nın birden büyük ve pozitif bir değere sahip olması, bu ülkelerin avantajlarını bir kez daha göz önüne sermektedir (Çizelge 2). Özellikle Hindistan 2004 yılından, Brezilya ise 2000 yılından itibaren dış ticarete bir üstünlük sağlamışlardır. Ne yazık ki Türkiye'nin RXA ve RMA endekslerindeki olumsuz durumu dış ticarete bir üstünlüğe sahip olmamasına neden olmaktadır. Her üç endekste bu dört ülkenin avantajlı olması, kardelenmemiş pamukta karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduklarını göstermektedir. Özellikle Avustralya ve ABD güçlü bir karşılaştırmalı üstünlüğe sahip iken, Brezilya ve Hindistan'ın zayıf karşılaştırmalı üstünlüğü söz konusudur. Türkiye'nin negatif bir değere sahip olması, bu üründe dezavantajlı olmasının sonucudur ve kütlü pamukta rakipleri karşısında bir üstünlüğü söz konusu değildir (Çizelge 2). İhracatta Uzmanlaşma Endeksi açısından ülkeler incelendiğinde, Türkiye dışındaki ülkelerin düzeylerinin pozitif ve yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle Avustralya ve ABD'nin kardelenmemiş pamuktaki uzmanlaşma düzeylerinin Brezilya ve Hindistan'a göre daha yüksektir (Çizelge 2). Nitekim bu ülkelerin bu üründe uzmanlaşmış olmaları RXA, RMA, RTA ve RCA endekslerine de olumlu yansımıştır. Sonuç olarak da Türkiye'nin bu üründe rakip ülkeler karşısında bir avantaja ve rekabetçi bir üstünlüğe sahip olmadığı görülmektedir.

**Çizelge 2.** Kardelenmemiş Pamukta Ülkelerin RXA, RMA, RTA, RCA ve ESI Endeksleri

**Table 2.** RXA, RMA, RTA, RCA and ESI Indexes of Countries in Cotton, not carded or combed

Yıllar	RXA					RMA					RTA				
	US	IN	BR	AU	TR	US	IN	BR	AU	TR	US	IN	BR	AU	TR
2000	2.94	0.24	0.70	16.75	1.59	0.01	5.31	4.97	0.002	10.73	2.92	-5.06	-4.27	16.74	-9.14
2001	3.13	0.25	2.79	17.14	1.26	0.01	6.32	1.42	0.001	9.98	3.12	-6.07	1.36	17.14	-8.73
2002	3.36	0.15	1.76	11.90	1.38	0.02	5.04	1.43	0.002	10.14	3.34	-4.89	0.33	11.90	-8.76
2003	6.04	0.80	3.34	10.98	3.10	0.02	4.60	2.57	0.002	8.94	6.02	-3.80	0.76	10.98	-5.83
2004	7.88	3.58	6.34	12.42	1.85	0.01	1.82	2.14	0.003	7.10	7.87	1.77	4.20	12.41	-5.24
2005	5.64	4.21	4.91	9.39	0.93	0.01	1.16	0.57	0.000	8.00	5.63	3.04	4.34	9.39	-7.06
2006	5.87	10.79	3.32	8.37	1.38	0.01	0.89	1.12	0.000	7.06	5.86	9.91	2.20	8.37	-5.68
2007	5.61	16.01	4.49	4.71	1.32	0.00	1.02	1.22	0.000	8.92	5.60	14.99	3.27	4.71	-7.60
2008	5.80	13.89	5.49	3.15	1.31	0.00	1.63	0.39	0.000	6.04	5.80	12.26	5.10	3.15	-4.73
2009	5.10	9.07	7.12	4.36	0.97	0.00	0.93	0.21	0.000	9.76	5.10	8.14	6.91	4.36	-8.79
2010	5.00	15.02	4.53	5.03	0.63	0.00	0.44	0.35	0.000	8.64	5.00	14.58	4.18	5.03	-8.02
2011	11.05	21.94	12.12	18.98	2.12	0.01	0.29	1.27	0.003	5.67	11.04	21.65	10.85	18.98	-3.55
2012	3.84	12.01	8.27	10.11	0.67	0.00	0.76	0.03	0.000	4.25	3.84	11.25	8.24	10.11	-3.58
2013	3.85	14.55	4.96	10.81	0.72	0.00	0.78	0.14	0.000	6.09	3.84	13.77	4.82	10.81	-5.37
2014	3.69	12.09	8.20	10.25	0.76	0.01	1.39	0.34	0.000	9.14	3.69	10.70	7.86	10.25	-8.37
2015	4.27	11.39	11.10	6.83	0.85	0.00	1.26	0.04	0.000	7.57	4.27	10.13	11.06	6.83	-6.72
2016	4.05	7.22	8.82	8.28	1.25	0.01	3.98	0.47	0.000	10.08	4.04	3.24	8.35	8.28	-8.83
2017	6.40	11.88	11.01	13.00	1.45	0.00	3.13	0.57	0.000	10.43	6.40	8.74	10.43	13.00	-8.98
Ort.	5.19	9.17	6.07	10.14	1.31	0.01	2.26	1.07	0.001	8.25	5.19	6.91	5.00	10.14	-6.94



## Çizelge 2. Devamı

Table 2. Continued

Yıllar	RCA					ESI				
	US	IN	BR	AU	TR	US	IN	BR	AU	TR
2000	5.31	-3.08	-1.96	8.96	-1.91	0.98	-0.95	-0.82	1.00	-0.90
2001	6.28	-3.22	0.67	9.80	-2.07	0.99	-0.95	0.24	1.00	-0.86
2002	5.19	-3.52	0.21	8.86	-2.00	0.98	-0.95	0.19	1.00	-0.84
2003	5.72	-1.74	0.26	8.83	-1.06	0.98	-0.81	0.17	1.00	-0.71
2004	6.77	0.68	1.09	8.41	-1.34	0.99	-0.09	0.43	1.00	-0.83
2005	6.44	1.29	2.15	11.23	-2.15	0.99	0.34	0.83	1.00	-0.89
2006	6.66	2.50	1.09	14.15	-1.63	0.99	0.72	0.54	1.00	-0.83
2007	7.06	2.75	1.30	1.55	-1.91	1.00	0.79	0.61	1.00	-0.86
2008	7.67	2.15	2.65	10.71	-1.53	1.00	0.59	0.85	1.00	-0.80
2009	10.79	2.27	3.52	12.66	-2.31	1.00	0.69	0.94	1.00	-0.88
2010	8.88	3.53	2.56	1.62	-2.62	1.00	0.90	0.85	1.00	-0.93
2011	7.66	4.33	2.25	8.93	-0.99	1.00	0.90	0.61	1.00	-0.85
2012	7.43	2.76	5.52	10.63	-1.85	1.00	0.77	0.99	1.00	-0.85
2013	7.29	2.92	3.58	11.84	-2.14	1.00	0.84	0.94	1.00	-0.89
2014	6.59	2.17	3.19	13.69	-2.48	1.00	0.70	0.91	1.00	-0.90
2015	7.38	2.20	5.66	12.56	-2.18	1.00	0.66	0.99	1.00	-0.88
2016	6.12	0.59	2.94	9.93	-2.09	0.99	0.21	0.94	1.00	-0.82
2017	8.07	1.33	2.95	11.91	-1.97	1.00	0.27	0.92	1.00	-0.87
Ort.	7.07	1.11	2.20	9.79	-1.90	0.99	0.26	0.62	1.00	-0.85

Kardelenmiş pamuk (5203) ihracatında %24.37'lik payla Mali ilk sırada yer alırken, bu ülkeyi sırasıyla ABD, Uganda, Meksika ve Tanzanya takip etmektedir (Çizelge 1). Mali'nin ihracat rakamlarının süreklilik göstermemesi nedeniyle analiz dışında tutulmuştur. Kardelenmiş pamukta önemli ihracatçı ülkelerin rekabet gücüne bakıldığında özellikle Doğu Afrika ülkelerinden Uganda ve Tanzanya'nın büyük bir avantaja sahip olduğu görülmektedir. Uganda ve Tanzanya'dan sonra ABD ve Meksika'da bu üründe avantajlı durumdadır. Fakat ABD 2007 yılından sonra avantajını kaybetmeye başlamıştır. Türkiye ise ele alınan dönemde daha avantajlı konuma gelmiştir (Çizelge 3). RXA'dan farklı olarak RMA açısından en avantajlı ülke ABD'dir. Uganda, Meksika ve Türkiye'de, Tanzanya ve Endonezya'ya karşı daha avantajlı durumdadır. Kardelenmiş pamukta Tanzanya ve Endonezya dezavantajlı bir konumdadır (Çizelge 3).

RTA'ya göre en yüksek nispi avantaja sahip ülke Uganda ve Tanzanya'dır. Bu iki ülkeyi sırasıyla ABD ve Endonezya takip etmektedir. Meksika ve Türkiye ise ele alınan dönemde sınırlı bir avantaja sahiptir. RCA endeksine göre Uganda ve ABD'nin güçlü bir üstünlüğü söz konusudur. Tanzanya orta derecede, Endonezya, Türkiye ve Meksika zayıf üstünlüğe sahiptir (Çizelge 3). Ele alınan dönem boyunca Uganda, Tanzanya ve ABD'nin ihracatta uzmanlaşma endeksi birdir. Bundan dolayı bu ülkeler kardelenmiş pamukta uzmanlaşmaya giderek, bir rekabet avantajı elde etmektedirler. Meksika, Tanzanya ve Türkiye ise bu üründe diğer rakip ülkelere göre daha az uzmanlaşmıştır. Bu sebeple, bu ülkelerin rekabet avantajları daha düşüktür (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Kardelenmiş Pamukta Ülkelerin RXA, RMA, RTA, RCA ve ESI Endeksleri**Table 3.** RXA, RMA, RTA, RCA and ESI Indexes of Countries in Cotton, carded or combed

Yıllar	RXA					RMA					RTA				
	US	UG	MX	TZ	TR	US	UG	MX	TZ	TR	US	UG	MX	TZ	TR
2000	0.31	516.72	2.08	304.80	0.06	0.02	0.12	1.46	5.93	0.41	0.29	516.60	0.62	298.87	-0.35
2001	0.45	735.18	2.42	386.49	0.05	0.01	0.10	0.90	0.88	0.16	0.45	735.08	1.52	385.60	-0.11
2002	0.82	475.95	1.17	111.33	0.10	0.01	0.06	0.91	0.09	0.32	0.81	475.89	0.25	111.24	-0.22
2003	3.33	3671.40	2.81	597.52	0.27	0.01	0.02	0.98	0.03	0.43	3.32	3671.38	1.83	597.49	-0.17
2004	2.08	1953.18	1.08	646.19	0.63	0.02	0.00	0.80	3.63	0.23	2.06	1953.18	0.28	642.56	0.41
2005	3.42	1531.32	0.73	1090.24	1.20	0.03	0.55	0.22	1.05	0.11	3.40	1530.77	0.50	1089.19	1.10
2006	4.92	990.05	0.89	569.13	3.74	0.04	0.18	0.23	0.30	0.45	4.88	989.87	0.66	568.83	3.30
2007	4.94	731.82	0.95	431.36	2.96	0.06	0.03	0.62	2.77	0.05	4.88	731.79	0.33	428.59	2.91
2008	4.26	421.38	1.12	629.70	2.02	0.02	0.33	0.35	0.02	0.03	4.24	421.05	0.77	629.69	1.99
2009	3.57	705.34	1.74	364.05	1.21	0.05	0.64	0.44	0.02	0.08	3.51	704.70	1.30	364.03	1.13
2010	1.56	417.42	1.65	116.13	0.67	0.08	0.41	0.32	0.72	0.30	1.48	417.01	1.32	115.41	0.37
2011	1.41	1663.74	2.83	96.22	1.02	0.05	0.40	0.25	0.05	0.09	1.36	1663.34	2.58	96.17	0.92
2012	0.97	659.45	3.09	151.17	0.29	0.03	0.21	0.39	0.07	0.01	0.94	659.24	2.70	151.10	0.28
2013	2.92	630.68	4.32	202.09	0.95	0.04	0.09	0.49	0.15	0.27	2.88	630.60	3.82	201.94	0.69
2014	3.77	618.94	3.51	180.61	1.38	0.04	0.01	0.25	0.10	0.24	3.74	618.93	3.25	180.52	1.14
2015	3.70	539.93	3.19	137.19	1.74	0.03	0.01	0.18	0.06	0.31	3.67	539.93	3.01	137.13	1.43
2016	1.11	274.83	1.05	112.67	1.03	0.08	0.00	0.15	0.03	0.11	1.03	274.83	0.90	112.65	0.93
2017	1.77	1326.43	0.47	298.67	3.88	0.06	0.00	0.39	3.59	0.12	1.71	1326.42	0.08	295.08	3.76
Ortalama	2.52	992.43	1.95	356.98	1.29	0.04	0.18	0.52	1.08	0.21	2.48	992.26	1.43	355.89	1.08

**Çizelge 3.** Devamı**Table 3.** Continued

Yıllar	RCA					ESI				
	US	UG	MX	TZ	TR	US	UG	MX	TZ	TR
2000	2.71	8.39	0.35	3.94	-2.00	0.95	1.00	0.71	0.98	-0.54
2001	4.24	8.92	0.99	2.64	-1.20	0.97	1.00	0.64	0.99	-0.42
2002	4.57	8.93	0.25	3.10	-1.14	0.97	1.00	0.25	1.00	-0.53
2003	5.70	12.17	1.05	4.31	-0.49	0.97	1.00	0.00	1.00	-0.74
2004	4.51	14.03	0.30	2.25	1.03	0.97	1.00	0.29	0.99	0.44
2005	4.85	7.93	1.17	3.02	2.44	0.98	1.00	0.69	1.00	0.85
2006	4.84	8.61	1.35	3.28	2.12	0.98	1.00	0.75	1.00	0.81
2007	4.48	10.13	0.42	2.19	4.01	0.98	1.00	0.45	0.98	0.97
2008	5.35	7.16	1.17	4.55	4.24	0.99	1.00	0.60	1.00	0.97
2009	4.21	7.01	1.37	4.27	2.71	0.97	1.00	0.68	1.00	0.87
2010	2.95	6.93	1.63	2.21	0.80	0.92	1.00	0.81	0.99	0.45
2011	3.44	8.33	2.43	3.30	2.38	0.93	1.00	0.88	1.00	0.79
2012	3.53	8.05	2.07	3.36	3.09	0.97	1.00	0.91	1.00	0.95
2013	4.31	8.88	2.17	3.14	1.27	0.98	1.00	0.92	1.00	0.70
2014	4.64	10.92	2.62	3.26	1.73	0.98	1.00	0.90	1.00	0.67
2015	4.97	11.10	2.89	3.33	1.72	0.98	1.00	0.91	1.00	0.64
2016	2.66	5.62	0.05	3.62	2.28	0.93	1.00	0.91	1.00	0.91
2017	3.43	13.72	0.17	1.92	3.49	0.93	1.00	0.16	0.97	0.92
Ortalama	4.19	9.27	1.25	3.20	1.58	0.96	1.00	0.64	0.99	0.48

Pamuklu dokuma sanayi pamuktan dokunmuş mensucatı kapsamaktadır. 5208 kodlu ürün metrekaresi 200 gramı geçmeyen, 5209 kodlu ürün ise geçen mensucattır. Metrekaresi 200 gramı geçmeyen mensucatta (5208) RXA endeksleri incelendiğinde Türkiye ve rakip ülkelerin nispi ihracat avantajına sahip olduğu görülmektedir. Özellikle Pakistan en yüksek RXA endeksine (37.12) sahiptir. Bu ülkeyi sırasıyla Hindistan (4.74), Çin (4.53) ve Türkiye (2.82) takip etmektedir (Çizelge 4). Türkiye ihracatta avantajlı olmasına rağmen nispi ithalat avantajı endeksinde dezavantajlı bir durumdadır. Çünkü incelenen ülkeler arasında en yüksek RMA endeksine sahiptir. Türkiye'nin rakibi ülkeler ise düşük RMA endekslerinden dolayı bu üründe avantajlı durumdadır (Çizelge 4). Bundan dolayı Türkiye RTA açısından dezavantajlı konumdadır. Pakistan en yüksek RTA endeksine (30.45) sahip olduğundan en avantajlı ülke durumundadır. Hindistan ve Çin de avantajlı olan diğer ülkelerdir (Çizelge 4). Aynı şekilde Pakistan en yüksek RCA endeks (3.67) değerine sahiptir. Pakistan'ı sırasıyla Hindistan (2.32) ve Çin (2.01) takip etmektedir. Türkiye ise bu üründe karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olmadığından rekabet gücü yoktur (Çizelge 4). Nitekim Türkiye bu üründe uzmanlaşmamıştır. Türkiye'nin rakibi olan Pakistan, Hindistan ve Çin bu üründe uzmanlaşmış ülkelerdir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Pamuklu Dokumada (5208) Ülkelerin RXA, RMA, RTA, RCA ve ESI Endeksleri

**Table 4.** RXA, RMA, RTA, RCA and ESI Indexes of Countries in Cotton Weaving (5208)

Yıllar	RXA				RMA				RTA			
	IN	PK	CN	TR	IN	PK	CN	TR	IN	PK	CN	TR
2000	8.89	--	4.94	3.14	0.16	--	2.41	1.29	8.73	--	2.53	1.86
2001	7.52	--	4.54	3.41	0.30	--	2.23	1.53	7.22	--	2.30	1.87
2002	6.51	--	4.31	3.46	0.53	--	1.67	2.69	5.98	--	2.64	0.77
2003	5.51	41.23	4.13	2.94	0.78	0.78	1.34	2.83	4.73	40.45	2.79	0.11
2004	4.57	44.42	3.86	2.88	0.87	1.12	1.18	2.86	3.70	43.30	2.68	0.02
2005	3.80	38.46	3.83	2.92	0.97	0.47	1.00	3.05	2.82	37.99	2.83	-0.13
2006	4.08	37.25	3.88	3.14	0.91	0.19	0.87	2.94	3.17	37.06	3.01	0.20
2007	4.16	45.02	3.77	3.76	0.77	0.17	0.77	3.20	3.39	44.85	3.00	0.56
2008	4.14	30.94	4.20	3.08	0.50	0.17	0.67	2.84	3.64	30.77	3.52	0.24
2009	3.33	41.39	4.38	2.79	0.44	0.12	0.56	3.10	2.89	41.27	3.82	-0.31
2010	3.18	39.35	4.76	2.53	0.51	0.22	0.40	3.21	2.67	39.14	4.36	-0.68
2011	3.57	32.05	4.92	2.36	0.39	0.94	0.36	2.73	3.17	31.11	4.56	-0.37
2012	3.74	36.54	4.69	1.97	0.41	1.43	0.37	1.80	3.33	35.10	4.31	0.17
2013	3.23	32.25	4.93	2.26	0.47	0.80	0.29	1.70	2.76	31.45	4.63	0.56
2014	3.78	30.84	4.41	2.42	0.30	0.63	0.27	1.70	3.47	30.21	4.14	0.72
2015	4.44	32.47	4.47	2.35	0.27	0.52	0.24	1.31	4.17	31.95	4.23	1.04
2016	3.84	29.82	4.09	2.10	0.23	0.55	0.18	1.03	3.62	29.27	3.90	1.07
2017	7.12	44.79	7.49	3.16	0.25	0.59	0.16	1.18	6.87	44.20	7.33	1.98
Ortalama	4.74	37.12	4.53	2.82	0.50	0.58	0.83	2.28	4.24	30.45	3.70	0.54

Çizelge 4. Devamı

Table 4. Continued

Yıllar	RCA				ESI			
	IN	PK	CN	TR	IN	PK	CN	TR
2000	4.04	--	0.72	0.89	0.96		0.40	0.12
2001	3.22	--	0.71	0.80	0.91		0.39	0.27
2002	2.52	--	0.95	0.25	0.83		0.49	-0.04
2003	1.96	3.97	1.12	0.04	0.71	0.96	0.54	-0.16
2004	1.66	3.68	1.18	0.01	0.61	0.94	0.56	-0.20
2005	1.36	4.41	1.35	-0.04	0.48	0.96	0.64	-0.23
2006	1.50	5.28	1.50	0.07	0.52	0.98	0.70	-0.20
2007	1.69	5.57	1.59	0.16	0.57	0.99	0.73	-0.14
2008	2.11	5.20	1.83	0.08	0.66	0.98	0.78	-0.16
2009	2.03	5.85	2.05	-0.11	0.67	0.99	0.81	-0.21
2010	1.84	5.20	2.47	-0.24	0.60	0.98	0.86	-0.34
2011	2.20	3.53	2.61	-0.14	0.71	0.90	0.87	-0.35
2012	2.21	3.24	2.53	0.09	0.69	0.87	0.87	-0.17
2013	1.93	3.70	2.83	0.28	0.66	0.92	0.90	-0.11
2014	2.52	3.90	2.78	0.35	0.79	0.92	0.90	-0.04
2015	2.81	4.13	2.94	0.58	0.84	0.93	0.92	0.11
2016	2.82	3.99	3.10	0.71	0.87	0.92	0.94	0.23
2017	3.36	4.33	3.86	0.98	0.85	0.93	0.94	0.09
Ortalama	2.32	3.67	2.01	0.27	0.72	0.95	0.74	-0.08

5209 kodlu pamuklu dokuma ihracatında en yüksek payı Çin almaktadır. Çin'i ikinci sırada Pakistan takip etmektedir. Pakistan ikinci sırada yer almasına rağmen RXA endeksi (61.88) en yüksek ülkedir. Pakistan'dan sonra Türkiye (7.39) avantajlı konumdadır. Türkiye'den sonra Hindistan ve Çin gelmektedir. ABD ise bu üründe dezavantajlı durumdadır (Çizelge 5). RMA endeksi açısından tam tersine avantajlı durumdadır. ABD gibi Hindistan ve Pakistan'da avantajlı durumdadır. Çin ve Türkiye ise dezavantajlı ülkelerdir (Çizelge 5). Nispi ticaret avantajı endeksi açısından en avantajlı ülke Pakistan'dır. Pakistan'ı Türkiye ve Hindistan takip etmektedir. ABD ve Çin ise ele alınan dönemde dezavantaja sahiptir (Çizelge 5).

Açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler endeksine göre Pakistan'ın güçlü bir üstünlüğü söz konusudur. Hindistan orta derecede üstünlüğe sahip iken, ABD, Çin ve Türkiye'nin rekabet gücü yoktur (Çizelge 5).

Bütün endekslerde Pakistan'ın avantajlı olmasında bu üründe uzmanlaşmış bir ülke olması etkindir. Hindistan ve Çin'de bu üründe uzmanlaşmış diğer ülkelerdir. ABD ve Türkiye'nin bu üründe uzmanlaşmaya gitmediği dolayısıyla da rekabet avantajı elde edemediği görülmektedir (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Pamuklu Dokumada (5209) Ülkelerin RXA, RMA, RTA, RCA ve ESI Endeksleri**Table 5.** RXA, RMA, RTA, RCA and ESI Indexes of Countries in Cotton Weaving (5209)

Yıllar	RXA					RMA					RTA				
	US	CN	IN	PK	TR	US	CN	IN	PK	TR	US	CN	IN	PK	TR
2000	0.84	3.00	5.94		7.37	0.43	2.79	0.09		2.44	0.40	0.22	5.85		4.93
2001	0.72	2.85	5.32		7.52	0.39	2.32	0.08		4.61	0.33	0.52	5.25		2.91
2002	0.73	3.12	4.92		6.34	0.38	2.12	0.15		6.07	0.35	1.01	4.77		0.27
2003	0.88	3.01	4.77	3.79	6.00	0.34	1.77	0.34	0.24	4.93	0.54	1.24	4.43	3.55	1.07
2004	0.96	2.76	3.19	6.64	6.67	0.33	1.59	0.45	0.32	4.53	0.64	1.17	2.74	6.32	2.14
2005	0.89	2.80	2.63	17.41	6.77	0.29	1.66	0.59	0.18	4.08	0.61	1.13	2.04	17.23	2.69
2006	0.81	2.60	2.43	26.48	5.84	0.26	1.83	0.65	0.14	3.30	0.55	0.77	1.79	26.34	2.54
2007	0.63	2.53	2.53	45.52	7.10	0.28	1.68	0.74	0.19	3.14	0.34	0.85	1.80	45.33	3.96
2008	0.61	2.65	2.91	44.91	6.86	0.26	1.53	0.54	0.21	2.47	0.35	1.13	2.38	44.70	4.39
2009	0.68	2.57	2.30	69.40	7.49	0.22	1.35	0.43	0.14	3.17	0.46	1.22	1.86	69.26	4.32
2010	0.67	2.66	2.23	82.86	8.12	0.24	1.07	0.32	0.39	3.57	0.43	1.59	1.91	82.47	4.55
2011	0.80	2.61	2.46	85.27	8.24	0.23	0.83	0.25	0.65	3.49	0.57	1.77	2.21	84.61	4.75
2012	0.66	2.35	3.70	99.38	7.44	0.24	0.95	0.25	0.27	2.52	0.41	1.40	3.45	99.11	4.91
2013	0.57	2.41	3.41	85.49	8.01	0.23	0.88	0.31	0.42	2.63	0.34	1.52	3.11	85.07	5.38
2014	0.66	2.42	3.66	86.89	7.59	0.28	0.81	0.33	0.54	3.19	0.38	1.62	3.33	86.34	4.40
2015	0.61	2.49	3.87	95.65	6.97	0.21	0.63	0.26	0.40	2.71	0.40	1.87	3.61	95.25	4.26
2016	0.51	2.24	3.27	96.40	6.91	0.23	0.68	0.33	0.35	3.84	0.27	1.56	2.93	96.04	3.07
2017	0.78	4.24	5.93	82.15	11.76	0.25	0.64	0.33	0.27	4.87	0.53	3.61	5.60	81.88	6.90
Ortalama	0.72	2.74	3.64	61.88	7.39	0.28	1.40	0.36	0.32	3.64	0.44	1.34	3.28	51.31	3.75

**Çizelge 5.** Devamı**Table 5.** Continued

Yıllar	RCA					ESI				
	US	CN	IN	PK	TR	US	CN	IN	PK	TR
2000	0.66	0.07	4.17		1.10	0.12	0.10	0.96		0.22
2001	0.62	0.20	4.22		0.49	0.10	0.16	0.97		0.12
2002	0.65	0.39	3.48		0.04	0.07	0.25	0.93		-0.14
2003	0.95	0.53	2.64	2.76	0.20	0.21	0.32	0.85	0.88	-0.06
2004	1.08	0.55	1.97	3.04	0.39	0.26	0.33	0.71	0.90	0.01
2005	1.14	0.52	1.49	4.59	0.51	0.26	0.34	0.53	0.97	0.04
2006	1.13	0.35	1.33	5.27	0.57	0.32	0.34	0.50	0.98	0.12
2007	0.79	0.41	1.24	5.46	0.82	0.15	0.35	0.42	0.99	0.21
2008	0.84	0.55	1.69	5.35	1.02	0.18	0.39	0.53	0.98	0.30
2009	1.14	0.65	1.67	6.18	0.86	0.33	0.38	0.55	0.99	0.25
2010	1.04	0.91	1.93	5.35	0.82	0.28	0.47	0.62	0.98	0.15
2011	1.27	1.14	2.29	4.87	0.86	0.37	0.53	0.72	0.97	0.11
2012	0.99	0.91	2.68	5.91	1.08	0.31	0.50	0.80	0.99	0.34
2013	0.91	1.00	2.41	5.32	1.11	0.30	0.54	0.80	0.98	0.33
2014	0.85	1.10	2.41	5.07	0.87	0.34	0.64	0.82	0.98	0.33
2015	1.06	1.38	2.70	5.47	0.94	0.31	0.68	0.82	0.98	0.30
2016	0.78	1.19	2.28	5.60	0.59	0.30	0.71	0.82	0.99	0.28
2017	1.13	1.90	2.88	5.72	0.88	0.33	0.73	0.81	0.99	0.16
Ortalama	0.95	0.76	2.42	5.06	0.73	0.25	0.43	0.73	0.97	0.17

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde pamukta Türkiye'nin yurtiçi talebini karşılayamadığı için talebin %50'sinden fazlasını ithalat yoluyla karşıladığı bulunmuştur. Bu durum kardelenmemiş pamukta (5201) hesaplanan RXA, RTA ve RCA endekslerinde de görülmektedir. Türkiye kardelenmemiş pamukta rekabet gücü yok iken, kardelenmiş pamukta (5203) zayıf derecede üstünlüğü söz konusudur. Nitekim Kılıç (2013) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu çalışmada da pamuk için hesaplanan nispi ticaret avantajı ve açıklanmış karşılaştırmalı üstünlük endekslerine göre Türkiye'nin bir rekabet avantajına sahip olmadığı ve rakip ülkelere göre karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olmadığı belirtilmektedir. Şahinli (2011)'de 2001-2009 dönemi itibariyle kardelenmemiş pamukta 2005-2009 yılları dışında, kardelenmiş pamukta ise 2005 yılından itibaren Türkiye'nin karşılaştırmalı üstünlüğünün olduğu belirtilmektedir.

Pamuklu dokuma açısından sonuçlar incelendiğinde diğer ürünlerden farklı bir durumda olmadığı, rekabet gücünün az olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde pamuklu dokuma grubunda Türkiye'nin nispi ihracat ve ticaret avantajına sahip olduğu Kılıç (2013) tarafından ifade edilmektedir. Türkiye bu ürün grubunda gerek Kılıç (2013) gerekse Şahinli (2011) tarafından yapılan çalışmalarda karşılaştırmalı üstünlüğü olduğu belirtilmektedir.

Bir ülkenin uluslararası ticaretini analiz etmenin yollarından bir diğeri de sabit Pazar payı analizi (CMS) dir. Bu analiz, ihracatçı/ithalatçı ülkenin Pazar payındaki değişimi bir dizi bileşene ayıran ve her bir bileşenin nihai sonuca katkısını belirlemeye izin veren bir tekniktir (Bonanno, 2015).

Bu çalışmada da CMS analizi ile Türkiye ve rakiplerinin Pazar paylarındaki değişimlerin nedenleri iki farklı dönem dikkate alınarak açıklanmıştır. İlk olarak karşılaştırmalı üstünlük endekslerinin sonuçları dikkate alınarak Türkiye'nin temel rakipleri belirlenmiştir. Bu ülkelerin dünya pazarındaki paylarının değişimi iki farklı dönem için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Böylelikle dünya pazarında Türkiye'nin rakiplerine karşı durumu ortaya konulmuştur. Türkiye'nin pamuk (5201, 5203) ve pamuklu dokumada (5208, 5209) rekabetinin iyileştiği görülmektedir. Buna karşın dünya pamuk üretiminde ilk iki sırada yer alan Hindistan ve Çin'in uzun dönemde rekabetleri olumlu etkilenmiştir. ABD içinse rekabet etkisi, pamuk ve pamuklu dokumada ihracatını artırmada sınırlı kalmıştır. ABD'nin ihracat miktarındaki değişimde Pazar hacminin etkisi (%84.34) büyüktür. Bu etki Türkiye içinse uzun dönemli ihracatın artmasında da önemli etmen olmuştur. Diğer bir ifadeyle Türkiye genel olarak dünya ihracatındaki artıştan olumlu etkilenmiştir (Çizelge 6). Sonuç olarak, Türkiye'nin ele alınan dönem dünya pazarının genişlemesinden yararlanabildiği söylenebilir.

**Çizelge 6.** CMS Analizine göre Türkiye'nin Rekabet Durumu (1997-2001) (2013-2017)

**Table 6.** CMS Results of Turkey's Competitiveness<sup>7</sup>

	Türkiye		ABD		Hindistan		Çin	
	Değer (Milyon \$)	%	Değer (Milyon \$)	%	Değer (Milyon \$)	%	Değer (Milyon \$)	%
Pazar Hacmi Etkisi	274.64	56.33	1929.48	84.34	546.65	17.81	1616.94	19.26
Mal Bileşimi Etkisi	-104.13	-21.36	995.34	43.53	-85,15	-2.77	-227.57	-2.71
Rekabet Etkisi	317.04	65.03	-637.60	-27.87	2608.32	84.97	7005.61	83.45
Toplam	487.54	100.00	2287.72	100.00	3069.82	100.00	8394.98	100.00

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Tekstil elyaftan mamul kumaş elde edilinceye kadarki üretim sürecidir. Tekstil özellikle pamuktan pamuklu dokumaya doğru gelişen, katma değerli ürün üreten alt sektörlerden oluşmaktadır. Türkiye açısından en önemli elyaf hammaddesi pamuktur. Bu açıdan bakıldığında tekstil sektörünün pamuktan

hazır giyime kadar ileri ve geri bağlantıları bulunmaktadır. Cumhuriyet’in kuruluşundan bu yana ülke ekonomisinin lokomotif sektörlerinden biri tekstil sektörü olmuştur. Günümüze kadar da önemli gelişmeler göstermiştir. Dünya tekstil sektörünün içinde bulunduğu artan rekabet ortamında ticaret ve üretim koşulları, tüketici tercihleri ve bu doğrultuda rekabet gücünü belirleyen unsurları hızla değişmektedir. Ayrıca Dünya Ticaret Örgütü, Tekstil ve Giyim Anlaşması’nın 2005 yılında sona ermesiyle THG ticaretinin serbestleşmesi neticesinde Çin’in dünya THG ticaretindeki etkisi artmış ve diğer ihracatçı ülkeler için daha zorlu bir rekabet dönemi başlamıştır. Böyle bir ortamda tekstil sektörünün rekabet gücünü koruması ve sürdürülebilir olması için en önemli elyaf hammaddesi olan pamuktan pamuklu dokumaya kadar her aşamasında rekabetçi konuma gelmesi gerekmektedir.

Bugün Türkiye hem pamuklu elyaf hem de pamuklu dokumada başta Uzakdoğu ülkeleri (Çin, Pakistan, Bangladeş, Endonezya, Vietnam) olmak üzere bir çok ülke ile rekabet etmektedir. Özellikle Çin ve Hindistan ile sıkı bir rekabetle karşı karşıyadır. Bu rekabette düşük işçilik maliyetleri sonucu ortaya çıkan düşük maliyetli üretim ön plana çıkmaktadır. Türkiye’de pamuklu elyaf ve pamuklu dokuma üretiminde yüksek girdi maliyeti, üreticinin rekabet gücünü olumsuz etkileyen temel faktörlerden biridir. Pamukta girdi/ürün fiyatı paritesi girdiler aleyhine artmasının yanı sıra sübvansiyonlu ithalatın da etkisi ile “ortalama iç piyasa fiyatı” maliyeti karşılama konusunda yetersiz kalmaktadır.

Türkiye serbest dalgalı döviz kuru politikası uygulamaktadır. Bundan dolayı pamuklu elyaf ve dokuma firmalarının maliyetleri ve riski yükselmektedir. Bu riskleri azaltmak için, yerel firmaların yabancı şirketlerle rekabet etmesine izin verecek teşvikler veya krediler sağlanmalıdır.

Ayrıca sektörün güçlü ve zayıf yönler dikkate alınarak entegre bir tedarik zinciri geliştirilmelidir. Yalnızca, ticaretin teşviki değil aynı zamanda verimliliği ve etkinliği arttıran yatırımların teşvik edilmesi gerekmektedir.

Türkiye’de pamuklu elyaf ve dokumanın rekabet gücünün artırılması ve sürdürülebilir olması, rakip ülkelerin tekstil sektöründe ortaya çıkan değişiklikleri nasıl yönettiğini izlenmesini gerekli kılmaktadır. Bunun yanı sıra ülkede firmalar üretim ve kalite bilgi teknolojileri, AR-GE ve ÜR-GE programları ile desteklenmelidir.

## KAYNAKLAR

- Abay, C., B. Türkekul, B. Miran & C. Günden, 2006. “Dünya zeytinyağı piyasasında rekabet analizi: Türkiye ve AB karşılaştırması, 597-602”. Türkiye VII. Tarım Ekonomisi Kongresi (13-15 Eylül 2006, Antalya) Bildirleri, s.1206.
- Adıgüzel, M., 2011. Uluslararası Rekabet Gücü: Belirleyici Faktörler ve Ölçülmesi, Türkiye Bağlamında Bir Değerlendirme. Nobel Kitabevi, İstanbul, 276s.
- Akgüngör, S., F. Barbaros & N. Kumral, 2001. Türkiye’de Meyve ve Sebze İşleme Sanayinin Avrupa Birliği Piyasasında Sürdürülebilir Rekabet Gücü Açısından Değerlendirilmesi. Proje Raporu 2001-3, Tarım Ekonomisi Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Atış, A., F. Saygılı & A.A. Kaya, 2013. The determinants of turkey's export performance: constant market share analysis. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 4: 41-66.
- Balassa, B., 1965. Trade liberalization and revealed comparative advantage. Manchester School, 33(2): 99–123.
- Beyene, H.G., 2014. Trade integration and revealed comparative advantages of Sub-Saharan Africa and South Asian merchandize export. Foreign Trade Review, 49(2): 163–176.
- Bonanno, G., 2015. A note: constant market share analysis, International Journal of Economics & Management Sciences, 4 (10): 302. doi:10.4172/21626359.1000302.
- CEC, 2006. Economic reforms and competitiveness: key measures from the European competitiveness report 2006. Communication from the Commission, COM(2006) 697 final.
- Çukur, F., N. Demirbaş & E. Gölge, 2017. International competitiveness of the Turkish olive oil sector, Selcuk Journal Agriculture and Food Sciences, 31(3): 162-168.

- Dinççağ, A., 2010. AB pazarındaki ihracat kayıpları, Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırması Vakfı, Temmuz, 1-10 ([www.tepav.org.tr](http://www.tepav.org.tr)) (Erişim Tarihi: Haziran 2019).
- Fagerberg, J., G. Sollie, 1987. The method of constant-market-shares analysis reconsidered. *Applied Economics*, 19: 1571-1583.
- FAO, 2019. FAOSTAT Statistical Database, <http://www.fao.org/faostat/en/#home>, Erişim tarihi: 10 Şubat 2019.
- Fertö, I. L. J. Hubbard, 2003. Revealed comparative advantage and competitiveness in hungarian agri-food sectors. *The World Economy*, 26(2): 247-259.
- Hinloopen, J., C. V. Marrewijk, 2004. Dynamics of chinese comparative advantage. Tinbergen Institute, Discussion Paper No: TI 2004-034/2, Rotterdam.
- Kılıç, A., 2013. Türkiye’de Pamuğun Uluslararası Rekabet Analizi ve Rekabet Koşullarını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Adana, 233 s.
- Kırankabeş, M. C., 2009. Küresel rekabet gücü analiz yöntemi ve küresel krizleri algılama yeteneği: 2008–2009 dünya ekonomik forumu küresel rekabet raporu doğrultusunda türkiye’nin değerlendirilmesi. *Mevzuat Dergisi*, 143, <http://www.mevzuatdergisi.com/2009/11a/02.htm>, (Erişim tarihi: Şubat 2019).
- Kotan, Z., S. Sayan, 2001. A Comparative Investigation of the Price Competitiveness of Turkish and Southeast Asian Exports in the European Market in the 1990’s. The Central Bank of the Republic of Turkey Research Department Discussion Paper No:2001/2, Ankara.
- Ma, J., J. Xao, 2010. RCA analysis on norwegian salmon exports to china. *Asain Social Science*, 6(8): 100-103.
- Ongsritrakul, S., L. Hubbard, 1996. The export market for Thai frozen shrimps in the European Union. *British Food Journal*, 98(8): 24–28.
- Özden, C., 2015. Dünya ve Türkiye Baklagil Piyasaları ve İhracat Rekabeti Açısından Türkiye’nin Konumu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara.
- Porter, M.E., 1990. New global strategies for competitive advantage, *Planning Review*, May/June : 4-14.
- Saraçoğlu, B., N. Köse, 2000. Bazı Gıda Sanayilerinin Uluslararası Rekabet Gücü: Makarna. Bisküvi ve Un Sanayi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü. Ankara.
- Şahinli, M.A., 2011. Açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler endeksi: Türkiye pamuk endüstrisi üzerine bir uygulama, *SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 21: 227- 240.
- T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2018. 2017 Yılı Pamuk Raporu, 43s.
- Tabata, S., 2006. Observations on changes in russia’s comperative advantage, 1994-2005. *Eurasian Geography and Economics*, 47(6): 747-759.
- Tosun, D. & N. Demirbaş, 2008. Türkiye turunçgil sektörünün uluslararası rekabet gücünün analizi (s.225-231), Bahçe Ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu (8-11 Kasım 2008), Antalya.
- Tyszynski, H., 1951. World trade in manufactured commodities, 1899-1950. *The Manchester School*, 19(3): 272-304.
- UN-COMTRADE, 2019. United Nations Commodity Trade Statistics Database (COMTRADE). <http://comtrade.un.org/db/> (Erişim Tarihi: Haziran 2019).
- Veeramani, C., 2002. Intra-Industry trade of India: trends and country-specific factors. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 138(3): 509-533.
- Vollrath, T.L., 1991. A theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comperative advantage. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 127( 2): 265-280.





## Derleme (Review)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):629-639

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.870888>

Celal İzci <sup>1\*</sup>



Fatma ÇUHADAR ERDAL <sup>1</sup>



Melek YILDIZ <sup>1</sup>



# Süt sığırlarında topallık: hayvan refahı ve davranışına etkisi üzerine bir değerlendirme

Lameness in dairy cattle: an assesment of its effects on animal welfare and behavior

Alınış (Received): 01.02.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 22.05.2021

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi ABD, 42130, Selçuklu, Konya, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[cizci@selcuk.edu.tr](mailto:cizci@selcuk.edu.tr)

## ÖZ

Modern yöntemlerin uygulandığı süt sığırcılığı işletmelerinde, yıllar içinde topallıkların artması dikkat çekicidir. Bu bağlamda ortalama verim arttıkça, topallığın gelecekte daha da büyük bir sorun haline geleceği öngörülebilir. Süt sığırlarında topallığa neden olan ayak hastalıkları enfeksiyöz ve nonenfeksiyöz olmak üzere iki kategoride incelenebilir. Bu hastalıklar, sığırları etkileyen en önemli ağırlı hastalıklar grubundadır. Bu nedenle topallık süt sığırlarında önemli bir hayvan refahı problemi olarak tanımlanır. Süt sığırcılığında hayvan refahı üç bileşen üzerinden değerlendirilebilir. Bunlar; hayvanın doğal davranış ve ihtiyaçlarını gerçekleştirme yeteneği ve imkânı, hayvanın duygusal durumu ve hayvanın sağlığı olarak sıralanabilir. Bir hayvanın refahı, onun doğal fiziksel ve zihinsel durumunun korunması ve ihtiyaçlarının giderilmesini içerir. İnsan tarafından kontrol altına alınmış herhangi bir hayvanın bu durum ve ihtiyaçlarının korunması ve giderilmesi o hayvanın en doğal hakkıdır. Bu bağlamda iyi bir hayvan refahının hem sağlık hem de iyi olma duygusu anlamına geldiği söylenebilir. Bu üç bileşeni dikkate alarak hayvan refahını tehdit eden faktörleri incelemek mümkündür. Hayvan refahı kapsamında değerlendirilen olumsuzlukların hayvanlar üzerinde oluşturduğu stres, sürü sağlığını etkileyerek önemli ekonomik kayıplara neden olur. Bu derlemenin amacı; süt sığırlarında topallıkların hayvan refahı ve davranışı üzerindeki olumsuz etkilerini vurgulamak ve böylece süt sığırcılığının yetiştirici, çiftlik çalışanları vb. tüm paydaşlarında topallıklar konusunda bir farkındalık oluşturmaktır.

**Anahtar sözcükler:** Ağrı, inek, koforsuzluk, korku.

## ABSTRACT

It is noteworthy that the prevalence of lameness in modern dairy farms has increased over the years. As the average yield increases, lameness can be predicted to become an even greater problem in the future. Foot diseases that cause lameness are commonly categorized according to their etiology into infectious and noninfectious lesions. Foot diseases are among the most important painful diseases affecting cattle. Therefore, lameness is an important animal welfare problem in dairy cattle. Animal welfare in dairy cattle can be evaluated on the following three components; the ability and ability to fulfill the natural behavior and needs of the animal, the animal's emotional state and the animal's health. The welfare of an animal includes the maintenance of its natural physical and mental state and the satisfaction of its needs. The fulfillment of these needs of any animal controlled by human beings is the most natural right of that animal. In this context, it can be said that good animal welfare means both healthy and well-being. It is possible to evaluate the factors that threaten animal welfare by considering these 3 components. The stress caused by the negativities considered within the scope of animal welfare affects the health of the herd and causes significant economic losses. The purpose of this review is to emphasize the negative effects of lameness in dairy cattle on animal welfare and behavior to raise awareness on this issue among all stakeholders of the dairy industry, such as breeders, farm workers, etc.

**Keywords:** Cow, discomfort, fear, pain.

## GİRİŞ

Topallık, tüm dünyadaki süt sığırcılığı çiftliklerindeki en önemli sağlık, verimlilik ve refah sorunlarından biridir. Topallık bir hastalık değildir. Hayvanın ayak veya bacak yapısında ağrıya neden olan herhangi bir hastalık sonucu ortaya çıkan bir yürüme fonksiyon bozukluğudur. Süt sığırlarında topallıkların %90'ından fazlası ayak hastalıkları ve tırnak bozukluklarına ilişkin şekillenir (Thomsen et al., 2012; Shearer and Van Amstel, 2013; Becker et al., 2014; Solano et al., 2016). Ayak hastalıklarına bağlı şekillenen ağrı ve ona bağlı hayvanın duyduğu huzursuzluk ve oluşan topallık, süt sığırlarında önemli bir hayvan refahı problemi olarak tanımlanır (Von Keyserlingk et al., 2012; Bruijnjs et al., 2013; Huxley, 2013; Westin et al., 2016). Son 30 yıldaki literatür verileri modern yöntemlerin uygulandığı süt sığırcılığı işletmelerindeki yüksek verimli ineklerde topallığın arttığını göstermektedir. Dünyada modern süt sığırcılığı işletmelerinde topallık prevalansının %20-36 aralığında olduğu ve bunun ülkeler, bölgeler, çiftlikler ve farklı barınak sistemleri arasında önemli ölçüde değişiklik gösterdiği söylenebilir (Bicalho et al., 2009; Barker et al., 2010; Chapinal et al., 2014; Solano et al., 2015, 2016, Cartwright et al., 2017; Sadiq et al., 2017; Griffiths et al., 2018, Bran et al., 2018; Randall et al., 2019; Sjöström et al., 2018; Sharma and Phillips, 2019) (Şekil 1).

Farklı Ülkelerde Süt Sığırlarındaki Topallık Prevalansı		
Ülke	Prevalans	Kaynak
North America	2-55, 55	Daros et al 2019, von Keyserlingk et al 2012
Minnesota (USA)	24.6 (3.3-57.3)	Sjöström et al 2018
Canada	20-35, 20.1,36	Cartwright et al 2017, Solano et al 2015,2016
Brazil	35	Bran et al 2018
Australia	7.5,18.9	Westwood et al 2003, Ranjbar et al 2016
New Zealand	14	Westwood et al 2003
England	36.8 (0-79.2), 30.1	Barker et al 2010, Randall et al 2019
France	25 (0-51)	Sjöström et al 2018
Germany	20 (0-79)	Sjöström et al 2018
Malaysia	9.1(10.0-33.3)	Sadiq et al 2017
India	8.1-30.5	Sharma and Phillips 2019
China	31	Chapinal et al 2014

Şekil 1: Farklı ülkelerde süt sığırlarındaki topallık prevalansı (%).

Figure 1: Prevalence (%) of lameness in dairy cattle in different countries.

Süt sığırlarında topallığa neden olan ayak hastalıkları ve tırnak bozukluklarını nedenleri ve oluşumuna göre enfeksiyöz nitelikli ayak derisi hastalıkları ve boynuz tırnak ve canlı tırnak lezyonları (BCTL) olmak üzere iki temel kategoride incelemek mümkündür (Potterton et al., 2012; Ristevski et al., 2017; Charfeddine and Perez-cabal, 2017; Griffiths et al., 2018; İzci, 2018). Enfeksiyöz ayak hastalığı olarak digital dermatitis, interdigital dermatitis, ökçe erozyonu ve interdigital flegmon-nekrobasillozis (footrot) sayılabilir. Bu grup hastalıklar topallığa neden olan ayak hastalıkları içerisinde %25-30'luk bir ağırlığa sahiptir. Bunlar arasında en yaygın görüleni digital dermatitis ve interdigital flegmondur. Bu hastalıklar genellikle ayak derisini kapsar. Oluşumunda ıslak ve hijyenik olmayan barınak şartları, ayak banyosunun olmaması veya yanlış uygulanması gibi tüm sürüyü etkileyen faktörler etkili olur (Bell ve ark., 2009; Cramer ve ark., 2009). Bu hastalıklara bakteriyel mikroorganizmalar neden olur. Digital dermatitis, interdigital dermatitis ve ökçe erozyonunun oluşumunda *Treponema* türleri ve *Diclobacter nodosus* etkin bakterilerdir (Knappe-Poindecker ve ark., 2013; İzci, 2018). İnterdijital flegmonda ise ayak bölgesindeki

yaralardan tırnağın daha derin dokularına giren ve enfekte eden *Fusobacterium necrophorum* etkindir (Kofler, 2017; İzci, 2018).

Boynuz ve canlı tırnak lezyonları olarak; beyaz çizgi hastalığı, taban hemorajisi, taban ülseri, taban ucu lezyonları (ülser, apse, nekroz vb), ökçe ülseri, tırnak çatlakları, interdigital hiperplazi, çift taban ve ince taban sayılabilir (Pinedo et al., 2017; Ristevski et al., 2017; Griffiths et al., 2018; Sepuveda et al., 2018). Bu grup hastalıklar topallığa neden olan ayak hastalıklarının en büyük kısmını (%65-70) oluşturur. En yaygın görüleni taban ülseri ve beyaz çizgi hastalığıdır (Shearer and Van Amstel, 2017; İzci, 2018). Taban ülseri ve beyaz çizgi hastalığının oluşumunda, tırnağın asıcı bağ sistemini zayıflatan ve doğum sürecinde meydana gelen metabolik ve hormonal değişiklikler ve bunlara eşlik eden subakut ruminal asidozis (SARA) ve laminitis etkili olur (Ossent ve Lischer, 1998; Lischer ve ark., 2002; Tarlton ve ark., 2002; Bicalho ve ark., 2009; Green ve ark., 2014). Bunların dışında özellikle doğum sonrası negatif enerji dengesizliği (NED) gelişen yüksek verimli ineklerde vücut kondüsyon skorunun düşmesi (Green ve ark., 2014; Solano ve ark., 2016) ve ökçe yastığının kalınlığının azalması (Bicalho ve ark., 2009; İzci ve ark., 2011; İzci ve ark., 2014) sert zeminler (Solano ve ark., 2016; Akköse ve İzci, 2017), tırnağın uzama ve aşınma dengesizlikleri sonucu her bir tırnağın kendi içinde ve tırnaklar arasındaki yük dağılım dengesinin bozulması ve bunun sonucu taban ve ökçe koryumunun yıkımlanmasına neden olan mekanik faktörler (Ossent ve Lischer, 1998) BCTL oluşumunda etkili olur.

Taban ülseri, beyaz çizgi hastalığı, digital dermatitis ve interdigital flaegmon tüm dünyada süt sığırcılığı işletmelerinde en yaygın görülen ayak hastalıklarıdır (Cramer et al., 2009; Potterton et al., 2012) (Şekil 2). Bu hastalıkların etiyojisi ve oluşumu anlaşılmeden süt sığırlarında topallıkları önlemek mümkün değildir.



Şekil 2: Süt sığırlarında topallığa neden olan ve en yaygın görülen ayak hastalıkları.

Figure 2: The most common foot diseases that cause lameness in dairy cattle.

### Topallık ve Hayvan Refahı

Sığırlar için refah, huzur, konfor gibi kavramların kullanılmaya başlaması oldukça yenidir. Önceleri sığırların sadece dinlenmeleri için uygun mekanların temin edilmesi şeklinde algılanan hayvan refahı, son yıllarda tüm gün boyunca (gece ve gündüz) kullandıkları bütün alanları ve yaşam biçimini kapsayan bir kavram olarak değerlendirilmektedir. Hayvan refahı kapsamında değerlendirilen çevre şartları (sıcaklık, nem, havalandırma vb.), yönetim anlayışı ve bunlara ilişkin olumsuzlukların hayvanlar üzerinde oluşturduğu stres faktörü sonuç olarak sürü sağlığını etkileyerek önemli ekonomik kayıplara neden olur. Bunlara bir de besleme hatalarının eklenmesi, bu faktörlerin kümülatif etkisini daha da artırarak sürü sağlığını bozar. Bu yönüyle sığır refahı, tüm stres faktörlerini en aza indirmek olarak tanımlanabilir (İzci, 2018).

Süt sığırcılığında hayvan refahı üç bileşen üzerinden değerlendirilebilir. Bunlar (1) hayvanın doğal davranış ve ihtiyaçlarını gerçekleştirme yeteneği ve imkânı, (2) hayvanın duygusal durumu, (3) hayvanın sağlığı olarak açıklanabilir (Fraser, 2014). Bir hayvanın refahı, onun doğal fiziksel ve zihinsel durumunun korunması ve ihtiyaçlarının giderilmesini içerir. İnsan tarafından kontrol altına alınmış herhangi bir hayvanın bu durum ve ihtiyaçlarının korunması ve giderilmesi o hayvanın en doğal hakkıdır. Bu bağlamda iyi bir hayvan refahının hem sağlık hem de iyi olma duygusu anlamına geldiği söylenebilir. Bu üç bileşeni dikkate alarak hayvan refahını tehdit eden faktörleri ve çiftlik hayvanlarının refahı için yapılması gerekenleri beş kategoride incelemek mümkündür. (a) sağlıklı ve güçlü kalabilmek için uygun bir rasyon ve temiz suya erişim, (b) barınma ve dinlenmek için konforlu bir barınak, (c) hastalık, yaralanma, ağrı vb. durumlara karşı önleme veya erken ve hızlı teşhis ve tedavi, (d) kendi türünden diğer hayvanlarla birlikte yaşayabileceği yeterli alan veya tesisler, (e) zihinsel olarak korku ve endişe vermeyen ortam ve tedavi (korku ve endişeden kurtulma hakkı) (FAWC. 2012).

### **Açlık ve susuzluktan korunma**

Bir süt sığırının sağlıklı ve güçlü bir şekilde hayatta kalabilmesi için her daim uygun bir rasyon ve temiz suya erişimi en doğal hakkıdır. Ancak topallık hayvanın davranışında önemli değişikliklere neden olur (Gomez and Cook 2010; Navarro et al., 2013; Chapinal et al., 2013; Palmer and O'Connell, 2015; Alsaad et al., 2017; Weigle et al., 2018). Topal ineklerde yatma süresi uzar (Ito et al., 2010). Beslenme davranışı değişir, beslenmeye ayırdıkları süre kısalmır. Topallığı şiddetli olan ineklerde beslenme hızı artar (Bach et al., 2007; Noring et al., 2014). Topal ineklerin beslenme davranışındaki bu değişiklikler nedeniyle canlı ağırlıklarının düştüğü varsayılır. Bunun doğru olduğu söylenebilir. Çünkü topallık hayvanda iştahsızlık yanında günlük yemliğe gitme sayısını, yem alma süresini ve yemlik alanında diğer hayvanlarla rekabet etme gücünü azaltarak kilo kaybına ve vücut kondüsyon skorunun (VKS) düşmesine neden olur (Whay and Shearer, 2017). Son yıllarda yapılan araştırmalar, laktasyonun erken döneminde VKS'sı düşen ve zayıflayan ineklerin ökçe yastığı kalınlığının azalması nedeniyle total olma olasılığının daha yüksek olduğunu ortaya konmuştur (Bicalho et al., 2009; Solano et al., 2015; Griffiths et al., 2020). Nitekim bu derlemenin yazarlarının yaptığı araştırmada taban lezyonu bulunan süt sığırlarında ökçe yastığı kalınlıklarının sağlıklı tırnaklara göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir (İzci ve ark., 2011, 2014). Beslenme bağlamında total ineklerin geviş getirme ve su içme davranışındaki değişiklikler de dikkatle izlenmelidir. Sığırlar için geviş getirme fizyolojik bir ihtiyaçtır. Rasyon ve yeme bağlı olarak inekler günlerinin yaklaşık 7-10 saatini geviş getirerek geçirirler (Grant, 2011). Geviş getirme ineğe, insanların derin uykudan elde ettiğine benzer fizyolojik faydalar sağlar (Ternman et al., 2012). Bu nedenle sığır refahının değerlendirilmesinde önemli bir parametre olarak kabul edilir. Topallıkların beslenme davranışı üzerindeki etkileri dikkate alındığında, hayvanın geviş getirme davranışı üzerinde de etkili olması beklenir. Ancak topallığın geviş getirme davranışı üzerindeki etkileri çok az bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada topallık geviş getirme sıklığını azaltırken başka bir çalışmada etkilemediği bildirilmiştir (Thorup et al., 2016). Su, yaşamın sürdürülmesi için en önemli ihtiyaçtır. Özellikle sıcaklık stresi altındaki ineklerde su ihtiyacı %20-50 oranında artar (Whay and Shearer, 2017; McFarland, 2019). Bu durum total ineklerin suya ulaşma ve içme davranışındaki değişikliklere daha fazla dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu amaçla total ineklerin rahatlıkla ulaşabileceği temiz, sağlıklı ve sürekli bir su kaynağı bulunmalıdır.

### **Barınma ve dinlenme**

Barınma ve dinlenme için konforlu bir alan en temel ihtiyaçlardandır. Topal inekler durakta yatma ve ayakta durma konusunda çok zorlanırlar. Bu nedenle dinlenme için temiz, kuru ve yumuşak altlıklı revir alanı veya ahır içinde özel bir alan total bir ineğin rahatça dinlenmesine yardımcı olur. Bu alanların hayvanların doğal yatma-kalkma davranışlarına izin verecek özellikte olması gerekir. Tedavi ve iyileşme sürecinde barınak, konfor ve bakımın tedavi sonucu üzerinde önemli bir etkisi vardır. Topal ineklerin iyileşme oranlarının düşük olmasının nedeni, hatalı tedaviden daha çok iyileşme dönemindeki konfor düzeyinin yeterli olmamasındandır (Gomez and Cook, 2010; Ito et al., 2010). Çoğu kez çiftliğin en işe

yaramaz yeri total, hasta ve iyileşme sürecindeki hayvanlar için ayrılır. Oysa hasta hayvanların daha iyi ve daha fazla bakıma ihtiyacı vardır. Bu nedenle total hayvanlar için çiftliklerin revir veya tırnak bakım alanlarında ek konfor sağlanmalıdır. Bu bağlamda işletmelerde topallık teşhisi konulan inekler için yeni bir total grubu oluşturulmalıdır. Böylece total hayvanlar yem, su ve dinlenmek için diğer hayvanlarla rekabet etmek zorunda kalmazlar. Aksine, total inekleri sağlıklı diğer hayvanlarla bir arada barındırmak, total inekler için ciddi bir dezavantaj oluşturur. Total hayvanlar sağımhaneye yakın olmalıdır. Bu hayvanların gerekirse sağım sayısı azaltılabilir veya hayvanlar oldukları yerde sağılabilir. Total inek grubu, hayvanların sağlık ve ayak bakımını yapan personel tarafından sürekli izlendiği ve tedavi edildiği yerin yakınında olmalıdır. Bu amaçla total grubunun yanında bir tırnak kesim ünitesinin olması hayvanların gerektiğinde hemen muayene ve tedavi edilebilmelerine imkân tanır. Zeminler kaymayı önlemek için temiz ve güvenli olmalıdır. Uygun bir şekilde pürüzlendirilmiş veya mat kauçuk ile kaplanmış zeminler konfor ve ayağın güvenle yere basmasını sağlar (Shearer et al., 2015; Coetzee et al., 2017). Total inekler duraklarda yatıp kalkarken zorlanırlar. Özellikle sert yüzeyli duraklarda ağrıdan korkarak daha az yatarlar. Kum ve derin sap-saman gibi yumuşak altlıklar, matres veya mat altlıklardan daha iyi destek ve yatış-kalkış imkânı sağlar. Daha güvenli bir zemin yüzeyi yaralanmaları azaltır ve yatıp kalkmaya çalışan bir hayvana güven verir. En iyi durak zemin materyali olarak kum önerilir. Kum altlıklar iyi bir yastık görevi yapar ve yatıp kalkarken özellikle arka ayaklar için iyi bir tutunma ve destek sağlar. Bu nedenle kum zeminli duraklardaki ineklerde topallık görülme oranı matres yataklı duraklara göre daha düşüktür. Duraklardan kaynaklanan sorunlar, hayvanların meraya veya kuru ve bol altlıklı, doğal davranışlarına imkân veren ve yatıp kalkmalarını sınırlamayan alanlara alınmasıyla aşılabilir. Nitekim total ineklerin meraya alınmasının hayvanlar için rahat bir yüzey sağladığı, topallık skorlarının azaldığı ve böylece iyileşme sürecine yardımcı olabileceği bildirilmiştir (Cook and Nordlund, 2009). Yüksek sıcaklık ve nemli ortamlarda yatma süresi azalır, ayakta durma süresi artar. Bu davranış ineğin serinlemek için vücut yüzeyinin daha büyük bir kısmını açığa çıkarma gayretidir. Ancak şiddetli topallık olan ineklerin ayakta kalma süresini artırma gayreti yetersiz kalabilir (Cook et al., 2007).

### **Hastalıktan korunma ve tedavi**

Süt sığırlarında topallık ağrıya bağlı oluşur (Tadich et al., 2013; Bustamante et al., 2015). Sığırlardaki ağrı algısı insanlardakine benzerdir. Fiziksel uyarıları algılamak için tasarlanmış çoklu doku reseptörleri aracılığıyla gerçekleşir. Bu reseptörler vücutta iyi bir şekilde dağılmıştır. Hem hoşça giden (zevkli) hem de gitmeyen uyarıların hissedilmesini sağlar. Topallıkla ilişkili ağrı, öncelikle nosiseptörleri etkiler. Hastalıklı bölgedeki doku hasarı, yaralanma bölgesinden omuriliğe ve beyne giden ve onları ağrı olarak algılayan bir uyarı oluşturur. Enflamasyon bu olaylara eşlik eder ve çoklu ağrı mediatörlerinin salınmasını başlatır ve böylece ağrı hissini güçlendirir. Dolayısıyla hastalıklı alan küçük de olsa yangısal süreç ilerledikçe ağrı çok daha geniş bir alanda hissedilir yani bir hiperaljezi durumu oluşur. Hiper-aljezi, bir uyarana karşı aşırı duyarlılık göstermektir. Hiper-aljezik hayvanlar hafif bir uyarıya (ağrı) abartılı bir tepki gösterirler. Bu nedenle şiddetli topallık bulunan inekler çok acı çekerler, canlı ağırlık kaybı ile birlikte halsizlik ve ayakta durma veya yürüme konusunda yetersiz veya isteksizdirler. Tanıdaki gecikmeler ve tedavideki etkisiz yaklaşımlar bu hayvanlara çok acı verir. Bu nedenle topallıkların refah üzerindeki etkisi, topallığa neden olan hastalıkların insidansı (görülme sıklığı), süresi ve sebep olduğu ağrıya bağlıdır (Bruijnjs et al., 2011). Bu nedenle sığırlarda topallık acilen tedavi edilmesi gereken bir sağlık sorunudur. Ancak çoğu işletme, ayak hastalıklarının teşhis ve tedavisi için uygun bir tesis ve ekipmandan yoksundur. Total hayvan, muayene ve tedavi amacıyla güvenli bir şekilde bağlanmadığında (zapt-ı rapt), hem hayvan hem de veteriner hekim için çalışmak zor ve tehlikelidir. Bu nedenle bazı veteriner hekimler güvenlik veya ekonomik nedenlerden, bazıları da bilgi ve beceri eksikliği nedeniyle ayak hastalıkları ile uğraşmaktan kaçınırlar. Ayrıca topallığa neden olan çoğu ayak hastalıklarının tedavisi zaman alıcıdır. Bu sorunların birleşimi veteriner hekimlerin ayak problemleri ile mücadeleden kaçınması, üreticilerin de veteriner hekimlik desteği gerekli olsa bile yardım istemekten kaçınması ile sonuçlanabilmektedir. Böylece ciddi cerrahi müdahale gerektiren birçok komplike ayak hastalığı, veteriner hekim müdahalesi

olmaksızın çoğu zaman üreticinin kendisi veya bir tırnak kesicisinin deneyimi ile ampirik yöntemlerle tedavi edilmek zorunda kalmaktadır. Sonuçta etkisiz veya uygun olmayan tedavi hayvanların ıstırabını daha da artırır. Şiddetli ve kronik bazı ayak hastalıklarında tedavi endike değildir. Kesim veya ötenazi hayvan refahı açısından daha iyi seçenekler olabilir. Ayak hastalıkları ile mücadelede bir başka zorluk da yetiştiricilerin soruna yaklaşımıyla ilgilidir. Araştırmalar, çiftçilerin topallıkların önemini ve hayvan refahı üzerindeki etkilerini hafife aldığını göstermiştir (Leach et al., 2010). Bu nedenle yetiştiricilere sorunun boyutu, ekonomisi ve hayvan refahı açısından sonuçları güçlü bir şekilde anlatılmalıdır. Barınak ve durak konforu, zeminler, hijyen, uygun besleme, ayak banyosu, düzenli tırnak kesimi ve bakımı gibi önlemler konusunda bilgilendirilmelidir.

### **Doğal davranışlarına uygunluk**

İneklerin doğal davranışlarına uygun yaşama ihtiyacı, yeterli alan ve kendi türünden hayvanlarla sosyal ilişki kurmasıyla karşılanır. İnekler sosyal hayvanlardır, diğer ineklerle birlikte olmayı tercih ederler. Gruba yeni hayvan katılması agonistik etkileşimler başlatır. Bu durum yeni bir hiyerarşi kurulana kadar 2-4 gün devam eder. Bu uyum döneminde statüsü düşük ineklerin yemlikten faydalanma sıklığı daha da düşer. Bu hayvanlar aynı zamanda sık sık yer değiştirir ve günlük yatma süreleri %15-20 oranında azalabilir. İşletmelerde ineklerin doğal davranışlarını ve refahını olumsuz etkileyen önemli faktörlerden birisi de hayvan sayısının fazla olmasıdır. Aşırı kalabalık ahırlarda yatma süresi azalır ve topallık oranı artar (Grant, 2011). Bu olumsuzluklardan en çok genç hayvanlar, ilk doğumunu yapan inekler, total ve statüsü düşük inekler etkilenir. Bunlar, gruptaki diğer hayvanlarla iyi rekabet edemezler. Agresif etkileşime giremezler, genellikle ahır dışı alanlarda yatmayı tercih ederler.

### **Yatma ihtiyacı**

İneklerde yatarak dinlenme güçlü bir ihtiyaçtır. Öyleki; gerektiğinde beslenme yerine yatarak dinlenmeyi tercih ederler (Whay and Shearer, 2017). Bu nedenle inekler istedikleri zaman istedikleri süre yatabilmelidir. Sağlıklı bir süt sığırının günde yaklaşık 10-14 saat dinlenmesi gerektiği kabul edilir. Sağlıklı bir sığır günde ortalama 12.9 kez yatıp kalkma davranışı gösterir. Her yatma süresi ortalama 1.2 saattir. Özellikle kapalı ahırlardaki inekler, yatma süresi kısıtlandığında çeşitli olumsuz davranışsal ve fizyolojik tepkiler gösterir. Sığırlarda günlük yatma süresi veya yatma döngüsündeki bir değişiklik, topallık göstergesi olabilir. Sürü bazında yatma süresindeki bir azalma topallık için önemli bir risk faktörüdür. Hayvan sayısının fazla olması, durak tasarım ve boyutlarının uygun olmaması, sağım için bekleme süresinin uzun olması ve sıcaklık stresi günlük yatma sürelerini azaltır ve daha fazla topallık oluşumuna yol açar. Süt sığırlarında yatma süresini birçok faktör etkilese de özellikle durak zemini ve tasarımı önemlidir. (Gomez and Cook, 2010; Grant, 2011; Akköse ve İzci, 2017). Total inekler günün büyük bir kısmını yatarak geçirirler. Bunu, yatma sürelerini artırarak ve yatıp kalkma sıklığı azaltarak yaparlar. Total ineklerin yatma davranışı topallığın şiddeti, çevre sıcaklığı ve nem seviyelerinden ve durak zeminlerinden etkilenir. Total inekler için yatıp kalkma süreci zor olduğundan, gün içerisinde ayakta kaldıkları süre daha azdır. Ayakta kaldıkları süreyi de sadece iki ön ayakları veya dört ayakları birden durakta olacak şekilde geçirirler. (Gomez and Cook, 2010; Ito et al., 2010)

### **Topallığın üreme üzerine etkisi**

Topallığın üreme performansı üzerindeki etkilerine yönelik yapılan araştırmalarda (Huxley, 2013; Burgstaller et al., 2017, Charfeddine and Perez-Cabal, 2017) topallığın ineğin üreme özellikleri üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu ortaya konmuştur. Doğum sonrası ilk 30 gün içinde topallayan ineklerde, ilk tohumlamada gebe kalma oranının total olmayanlara göre oldukça düşük olduğu (%17.5ya karşı %42.6), kistik ovaryum olasılığının ise daha yüksek (%25'e karşı %11.1) olduğu bildirilmiştir (Melendez et al., 2003). Bu araştırmacılar ayrıca, düvelik dönemde total ve total olmayan inekler için erken sürüden ve elden çıkarma (kesim) oranlarının sırasıyla %5.4 ve %3.8 olduğunu bildirmişlerdir. Doğum sonrası ilk 60 günde oluşan topallığın ovaryum (yumurtalık) aktivitesi üzerinde doğrudan bir etkisi olduğu ve siklus

faaliyetlerini 3.5 kat daha geciktirdiği bildirilmiştir (Garbarino et al., 2004). Ayrıca topallığın kızgınlık belirtilerini baskıladığı (Sood and Nanda, 2006), total hayvanlarda görülen yatma süresinin uzaması ve diğer hayvanların üzerine atlama konusundaki isteksizlik gibi davranış değişikliklerinin kızgınlığın tespitini zorlaştırdığı bildirilmiştir (Walker, 2008).

### **Korku ve endişe**

Bu kavram sığırlar için zihinsel olarak endişe ve korku yaratmayan ortam ve tedavi koşullarının sağlanmasını içerir. İneklerdeki korku ve endişeyi azaltmanın en önemli yollarından biri, onlar için doğdukları andan itibaren insanlarla olan etkileşimlerinde güvende olmayı öğrendikleri bir yetiştirme ortamı oluşturmaktır. Hayvanların insanların istediği gibi davranmamasının çoğunlukla bir nedeni vardır. Sorunlara ineğin bakış açısından bakmak, genellikle hem bir açıklama hem de çözüm sağlar. Deneyimler, bu yapıldığında hayvanın korku ve endişesinin büyük ölçüde azaldığını ve sığırlarla ilgilenmenin daha güvenli, daha verimli ve keyifli olduğunu göstermektedir. İneklerin kötü deneyimlerle ilgili iyi bir hafızaları vardır. Süt sığırlarında ayak hastalıklarının muayene ve tedavi süreci hayvanda ciddi bir korku ve endişe yaratır. Travaya girmek ineklerin genellikle hoşlandığı bir deneyim değildir. Bu nedenle çoğu kez travaya girmek istemez, travayın girişinde kalırlar. Bu aşamada travaya sokmak için yapılan bağırma, itme, vurma vb. agresif uygulamalar, ineğin olumsuz bir travay deneyimi yaşamasına katkıda bulunur. Buna terapötik tırnak kesimi ve tedavi uygulamalarının verdiği acı, korku ve endişe eklenince bir ineğin bir sonraki ayak bakımı veya tırnak kesimi için travaya girmekten neden korktuğunu ve tereddüt ettiğini anlamak zor değildir. Bu sorunlardan bazıları barınak tasarımını hayvanın doğal davranışına uygun hale getirerek ve çalışanları hayvan yönetimi ve yönlendirmesi konusunda eğiterek düzeltilebilir (Shearer and Van Amstel, 2013; Whay and Shearer, 2017).

## **SONUÇ**

Bu derlemede, topallığa neden olan ayak hastalıklarının hayvan refahı üzerindeki olumsuz etkileri hakkındaki mevcut literatür bilgileri değerlendirilmiş ve tartışılmıştır. Dünyanın gelişmiş ülkelerinde süt sığırcılığı küçük aile çiftlikleri faaliyeti olmaktan çıkıp dış emeğe bağımlı büyük ölçekli işletmelere (çiftliklere) dönüşmektedir (Barkema et al., 2015). İşletmeler büyüdükçe yönetimi daha da karmaşık hale gelmektedir (Sischo et al., 2019). Bu nedenle çiftlik yönetimi artık geleneksel hayvan bakımı bilgisinin ötesinde bir dizi beceri gerektirmektedir. Bu durum birçok çiftlik yöneticisine hayvanlarla ilgili günlük görevlerin yanı sıra insan kaynakları yöneticisi rolünü de yüklemektedir (Hagevoort et al., 2013). İşletme ve hayvan yönetimi aynı zamanda etik, ekonomik ve sosyolojik faktörleri de içine almakta, çiftlikte çalışan her seviyeden insanların anlaşılmasını gerektirmektedir (Fraser, 2014; Mills et al., 2020). Diğer yandan hayvan refahının iyileştirilmesi, çiftlik yönetimi ve yetiştirici refahına ilişkin uygulamaları da içine alan çok boyutlu bir sorun olarak görülmelidir. Bu yaklaşım hayvan refahı da dahil olmak üzere birçok sorunun çözümünde anahtar rol oynayacaktır (Clay et al., 2020). Çiftçilerin hissettiği stresin işletmelerdeki hayvanların refahı ile ilişkili olduğu, çiftliklerde hayvan refahındaki iyileştirmelerin doğrudan çiftçi refahıyla bağlantılı olduğu ortaya konmuştur (Kauppinen et al., 2013). Hayvan refahı ve verimliliği iyi olan çiftliklerde, mesleki refah düzeyinin daha yüksek, stres düzeyinin daha düşük olduğu bildirilmiştir (Hansen and Osteras, 2019).

Çiftlik ortamında, hayvanların refah durumunu etkileyen en önemli faktör insanların karar ve davranışlarıdır. İnsanlar, yiyeceğinden içeceğine ve barınma koşullarına kadar hayvanların üzerinde neredeyse tam kontrole sahiptir. Yukarıda tartışılan konu başlıkları idealize edilse bile hayvanları tüm korku ve endişelerden kurtarmak mümkün değildir. Çünkü hayvanlar olumsuz duyuşal girdileri sezinlemek için tasarlanmıştır. Bu, onların hayatta kalması için olduğu kadar dış koşulları algılama yeteneği için de gereklidir. Buna rağmen hayvanların "yaşamlarını sürdürebilecekleri en uygun ortam" algısına sahip olabilmeleri için gerekli koşullar oluşturulabilir. Topallık, bir hayvanın yaşam kalitesini düşürür ve onu "kurtulması gereken" algısına yönlendirir (Mellor, 2016). Bu bağlamda erken teşhis ve hızlı tedavi ile



birlikte iyileşme döneminde rahat bir barınma ortamı, sığırlarda topallığın olumsuz etkilerini en aza indirilebilir. Barınaklar, sığırların doğal davranışlarına uygun ve topallığı önleyici ortamlar olarak daha iyi tasarlanabilir. Hayvanlardaki korku ve endişeyi azaltmak için sığır davranışlarını yönetme ve yönlendirme konusunda daha bilinçli davranılabilir. Topallıkların erken teşhis ve tedavisi hastalık maliyetlerini düşüreceği gibi verim kayıplarını da önemli oranda düşürecektir. Bu amaçla süt sığırcılığı işletmelerinde yaygın olarak görülen ayak hastalıklarının türüne göre proaktif topallık kontrol programları oluşturulmalıdır. Çiftlikte topallığa neden olan hastalıkların belirlenmesi ve sınıflandırılması, tanımlanan hastalıklar için çiftlikteki risklerin belirlenmesi, riskleri azaltmak veya ortadan kaldırmak için yapılması gereken değişikliklerin belirlenmesi ve uygulanmasını kapsayan bir kontrol programı, süt sığırcılığı işletmelerinde ayak sağlığı ve hayvan refahının iyileşmesine önemli katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Akköse, M. & C. İzci, 2017. Süt ineklerinde yatma süresinin topallıklara etkisi ve yatma süresini etkileyen faktörler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 57(1): 44-51.
- Alsaad, M., M. Luternauer, T. Hausegger, R. Kredel & A. Steiner, 2017. The cow pedogram analysis of gait cycle variables allows the detection of lameness and foot pathologies. *Journal of Dairy Science*, 100: 1417–1426.
- Bach, A., M. Binares, M. Devant & X. Carre, 2007. Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. *Journal of Dairy Research*, 74: 40-46.
- Barkema, H.W., M.A.G. Von Keyserlingk, J.P. Kastelic, T.J.G.M. Lam, C. Luby, J.P. Roy, S.J. LeBlanc, S.J., G.P. Keefe & D.F. Kelton, 2015. Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science*, 98: 7426–7445.
- Barker, Z.E., K.A. Leach & H.R. Whay, 2010. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *Journal of Dairy Science*, 93: 932-941.
- Becker, J., A. Steiner, S. Kohler, A. Koller-Bahler, M. Wuthrich & M. Reist, 2014. Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: I. Prevalence. *Schweizer Archiv Für Tierheilkunde*, 156: 71-78.
- Bell, N.J., M.J. Bell, T.G. Knowles, H.R. Whay, D.C.J. Main, & A.J.F. Webster, 2009. The development, implementation and testing of a lameness control programme based on HACCP principles and designed for heifers on dairy farms. *The Veterinary Journal*, 180: 178-188.
- Bicalho, R.C., V.S. Machado & L.S. Caixeta, 2009. Lameness in dairy cattle: a debilitating disease or a disease of debilitated cattle A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *Journal of Dairy Science*, 92(7): 3175-3184.
- Bran, J.A., R.R. Daros, M.A.G. Von Keyserlingk, S.J. Leblanc & M.J. Hötzel, 2018. Cow and herd-level factors associated with lameness in small-scale grazing dairy herds in Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*, 151: 79-86.
- Bruijnij, M.R.N., B. Beerda, H. Hogeveen & E.N. Stassen, 2011. Assessing the welfare impact of foot disorders in dairy cattle by a modeling approach. *Animal*, 6: 962-970.
- Bruijnij, M.R.N., H. Hogeveen & E.N. Stassen, 2013. Measures to improve dairy cow foot health: consequences for farmer income and dairy cow welfare. *Animal*, 7: 167-175.
- Burgstaller, J., C. Egger-Danner, S. Guggenbichler, B. Fürst-Waltl, F. Steininger & J. Kofler, 2017. The influence of lameness and claw disorders on fertility parameters in Austrian dairy cows. In: *Proceedings of the Nineteenth International Symposium and Eleventh International Conference on Lameness in Ruminants (06-09 September 2017, Munich)*, pp. 347–348.
- Bustamante, H.A., A.R. Rodriguez, D.E. Herzberg & M.P. Werner, 2015. Stress and pain response after oligofructose induced-lameness in dairy heifers. *Journal of Veterinary Science*, 16: 405-411.
- Cartwright, S.L., F. Malchiodi, K. Thompson-crispi, F. Miglior & B.A. Mallard, 2017. Short communication: Prevalence of digital dermatitis in Canadian dairy cattle classified as high, average, or low antibody-and cell-mediated immune responders. *Journal of Dairy Science*. 100: 8409–8413.
- Chapinal, N., M. De Passille, J. Rushen & S. Wagner, 2013. Automated methods for detecting lameness and measuring analgesia in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93: 2007–2013.



- Chapinal, N., Y. Liang, D.M. Weary, Y. Wang & M.A.G. Von Keyserlingk, 2014. Risk factors for lameness and hock injuries in Holstein herds in China. *Journal of Dairy Science*, 97: 4309-4316.
- Charfeddine, N. & M.A. Pérez-Cabal, 2017. Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 100: 653-665.
- Clay, N., T. Garnett & J. Lorimer, 2020. Dairy intensification: Drivers, impacts and alternatives. *Ambio*, 49: 35-48.
- Coetzee, J.F., J.K. Shearer, M.L. Stock, M.D. Kleinhenz & S.R. van Amstel, 2017. An update on the assessment and management of pain associated with lameness in cattle. *Vet Clin Food Anim*, 33(2): 389-411.
- Cook, N.B. & K.V. Nordlund, 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Journal of Veterinary Science*, 179(3): 360-9.
- Cook, N.B., R.L. Mentink & T.B. Bennett, 2007. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90: 1674-1682.
- Cramer, G., K.D. Lissemore, C.L. Guard, K.E. Leslie & D.F. Kelton, 2009. The association between foot lesions and culling risk in Ontario Holstein cows. *The Veterinary Journal*, 92: 2572-2579.
- FAWC (Farm Animal Welfare Council) Five Freedoms. 2012. <http://www.fawc.org.uk>. Erişim: Ocak, 2021.
- Fraser, D. 2014. Could animal production become a profession. *Livestock Science*. 169: 155-162.
- Garbarino, E.J., J.A. Hernandez, J.K. Shearer, C.A. Risco & W.W. Thatcher, 2004. Effect of lameness on ovarian activity in postpartum Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 87: 4123-4131.
- Gomez, A & N.B. Cook, 2010. Time budgets of lactating dairy cattle in commercial freestall herds. *Journal of Dairy Science*, 93: 5772-5781.
- Grant, R. 2011. Current concepts in time budgeting for dairy cattle. *Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop*, Grantville (PA), pp, 101-105.
- Green, L.E., J.N. Huxley & C. Banks, 2014. Temporal associations between low body condition, lameness and milk yield in a UK dairy herd. *Preventive Veterinary Medicine*, 113: 63-71.
- Griffiths BE, P.J. Mahen, R. Hall, N. Kakatsidis, N. Britten, K. Long, L. Robinson, H. Tatham, R. Jenkin & G. Oikonomou, 2020. A Prospective Cohort Study on the Development of Claw Horn Disruption Lesions in Dairy Cattle; Furthering our Understanding of the Role of the Digital Cushion. *Frontiers in Veterinary Science*, 28: 7, 440.
- Griffiths, B.E., D.G. White & G. Oikonomou, 2018. Cross-sectional study into the prevalence of dairy cattle lameness and associated herd-level risk factors in England and Wales. *Frontiers in Veterinary Science*, 5: 65.
- Hagevoort, G. R., D.I. Douphrate & S.J. Reynolds, 2013. A review of health and safety leadership and managerial practices on modern dairy farms. *Journal of Agromedicine*, 18: 265-273.
- Hansen, B. G. & O. Osteras. 2019. Farmer welfare and animal welfare-Exploring the relationship between farmer's occupational well-being and stress, farm expansion and animal welfare. *Preventive Veterinary Medicine*, 170: 104741.
- Huxley, J.N. 2013. Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livestock Science*, 156: 64-70.
- Ito, K., M.G. Von Keyserlingk, S.J. Leblanc & D.M. Weary, 2010. Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93: 3553-3560.
- İzci, C. 2018. Sığırlarda Ayak Hastalıkları ve Topallık Kontrolü. SÜ Basımevi, Konya.
- İzci, C., M. Erol & E. Göksahin, 2011. A Study About Determining the Changes in the Structural Characteristics of the Digital Cushion in Heifer and Multipar Dairy Cows: A Preliminary Report. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(1): 159-162.
- İzci, C., M. Erol & İ. Çelik, 2014. Boynuz Tırnak Lezyonu Bulunan Düve ve Süt İneklerinde Ökçe Yastığının Yapısal Özelliklerindeki Dönemsel Değişikliklerin Belirlenmesi. Tamamlanmış TÜBİTAK Projesi (1001), Proje No: 112O332.
- Kaappinen, T., A. Valro & K.M. Vesala, 2013. Attitudes of dairy farmers toward cow welfare in relation to housing, management and productivity. *Anthrozoös*, 26: 405-420.
- Knappe-Poindecker, M., M. Gilhuus, T.K. Jensen, K. Klitgaard, R.B. Larssen & T. Fjeldaas, 2013. Interdigital dermatitis, heel horn erosion and digital dermatitis in 14 Norwegian dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 96: 7617-7629.

- Kofler, J. 2017. Pathogenesis and treatment of toe lesions in cattle including “nonhealing” toe lesions. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 3: 301-328.
- Leach, K.A., H.R. Whay, C. M. Maggs, Z.E. Barker, E.S. Paul, A.K. Bell & D.C.J. Main, 2010. Working towards a reduction in cattle lameness: 1. Understanding barriers to lameness control on dairy farms. *Research Veterinary Science*, 89: 311-317.
- Lischer, C.J., P. Ossent & M. Raber, 2002. The suspensory structures and supporting tissues of the bovine 3rd phalanx and their relevance in the development of sole ulcers at the typical site. *Veterinary Record*, 51(23):694-698.
- McFarland, D. 2019. Heat Stress Abatement Techniques for Dairy Cattle. <https://extension.psu.edu>. Erişim: Ocak, 2021.
- Melendez, P., J. Bartolome, L.F. Archbald, L.F. & A. Donovan, 2003. The association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactating dairy cattle. *Theriogenology*, 59: 927-937.
- Mellor, D.J. 2016. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. *Animals*, 6(3): 1-20.
- Mills, K.E., D.M. Weary, & M.A.G. Von Keyserlingk, 2020. Graduate Student Literature Review: Challenges and opportunities for human resource management on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 104. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18455>.
- Navarro, G., L.E. Green & N. Tadich, 2013. Effect of lameness and lesion specific causes of lameness on time budgets of dairy cows at pasture and when housed. *The Veterinary Journal*, 197: 788-793.
- Norring, M., H. Simojoki, P. Tamminen, C. Winckler & M. Pastell, 2014. Short communication: Lameness impairs feeding behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(7): 4317-4321.
- Ossent, P. & C.J. Lischer, 1998. Bovine laminitis: the lesions and their pathogenesis. *In Practice*, 20: 415-427.
- Palmer, M. & N. O’Connell, 2015. Digital dermatitis in dairy cows: A review of risk factors and potential sources of between-animal variation in susceptibility. *Animals (Basel)*, 5: 512-535.
- Pinedo, P., Velez, J., Manriquez, D., Bothe, H. 2017. Treatment Options for Lameness Disorders in Organic Dairies. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 33: 377-387.
- Potterton, S.L., N.J. Bell, H.R. Whay, E.A. Berry, O.C.D. Atkinson, R.S. Dean, D.C.J Main & J.N. Huxley, 2012. A descriptive review of the peer and non-peer reviewed literature on the treatment and prevention of foot lameness in cattle published between 2000 and 2011. *The Veterinary Journal*, 193: 612–616.
- Randall, L.V., H.J. Thomas, J.G. Remnant, N.J. Bollard & N.J. Huxley, 2019. Lameness prevalence in a random sample of UK dairy herds. Short Communication. *The Veterinary Record*, 16: 184, 11: 350.
- Ristevski, M., B. Toholj, M. Cincovic, P. Trojancanec, J. Staric & O. Smolec, 2017. Milk production, body condition score and metabolic parameters at the peak of lactation as risk factors for chronic lameness in dairy cows. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23: 721-727.
- Sadiq, M.B., S.Z. Ramanoo, R. Mansor, S.S. Syed-Hussain & W.M. Shaik Mossadeq, 2017. Prevalence of lameness, claw lesions, and associated risk factors in dairy farms in Selangor, Malaysia. *Tropical Animal Health and Production*, 49: 1741-1748.
- Sepulveda-Varas, P., J. Lomb, M.A.G. Von Keyserlingk, R. Held, H. Bustamante & N. Tadich, 2018. Claw horn lesions in mid-lactation primiparous dairy cows under pasture-based systems: Association with behavioral and metabolic changes around calving. *Journal of Dairy Science*, 101: 9439-9450.
- Sharma, A. & C.J.C. Phillips, 2019. Lameness in Sheltered Cows and Its Association with Cow and Shelter Attributes. *Animals*, 9: 360.
- Shearer, J.K & S.R. Van Amstel, 2013. *Manual of foot care in cattle*. 2nd edition. W.D. Hoard and Sons Company, USA.
- Shearer, J.K. & S.R. Van Amstel, 2017. Pathogenesis and Treatment of Sole Ulcers and White Line Disease. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*, 33(2): 283-300.
- Shearer, J.K., P.J. Plummer & J.A. Schleinig, 2015. Perspectives on the treatment of claw lesions in cattle. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 6: 273-292.
- Sischo, W.M., D.A. Moore, R. Pereira, L. Warnick, D.L. Moore, J. Vanegas, S. Kurtz, K. Heaton, D. Kinder, J. Siler, & M.A. Davis, 2019. Calf care personnel on dairy farms and their educational opportunities. *Journal of Dairy Science*, 102: 3501-3511.

- Sjöström, K., N. Fall, I. Blanco-Penedo, J.E. Duval, M. Krieger & U. Emanuelson, 2018. Lameness prevalence and risk factors in organic dairy herds in four European countries. *Livestock Science*, 208: 44-50.
- Solano, L., H.W. Barkema & E.A. Pajor, 2015. Prevalence of lameness and associated risk factors in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science*, 98: 6978-6991.
- Solano, L., H.W. Barkema, S. Mason, E.A. Pajor, S.J. LeBlanc & K. Orsel, 2016. Prevalence and distribution of foot lesions in dairy cattle in Alberta, Canada. *Journal of Dairy Science*, 99: 6828-6841.
- Sood, P. & A.S. Nanda, 2006. Effect of lameness on estrous behavior in crossbred cows. *Theriogenology*, 66: 1375-1380.
- Tadich, N., C. Tejada, S. Bastias, C. Rosenfeld & L.E. Green, 2013. Nociceptive threshold, blood constituents and physiological values in 213 cows with locomotion scores ranging from normal to severely lame. *The Veterinary Journal*, 197: 401-405.
- Tarlton, J.F., D.E. Holah & K.M. Evans, 2002. Biomechanical and histopathological changes in the support structures of bovine hooves around the time of first calving. *The Veterinary Journal*, 163: 196-204.
- Ternman, E., L. Hanninen & M. Pastell, 2012. Sleep in dairy cows recorded with a noninvasive EEG technique. *Applied Animal Behaviour Science*, 140: 25-32.
- Thomsen, P.T. & J.T. Sorensen, 2012. Locomotion scores and lying behaviour are indicators of hoof lesions in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 193: 644-647.
- Thorup, V.M., B.L. Nielsen & R. Pierre-Emmanuel, 2016. Lameness affects cow feeding but not rumination behavior as characterized from sensor data. *Frontiers in Veterinary Science*, 3: 1-11.
- Von Keyserlingk, M., A. Barrientos & K. Ito, 2012. Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95: 7399-7408.
- Walker, S.L., R.F. Smith, D.N. Jones, J.E. Routly & H. Dobson, 2008. Chronic stress, hormone profiles and estrus intensity in dairy cattle. *Hormones and Behavior*, 53: 493-501.
- Weigele, H.C., L. Gyax, A. Steiner, B. Wechsler & J.B. Burla, 2018. Moderate lameness leads to marked behavioral changes in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101: 2370-2382.
- Westin, R.A., A. Vaughan, A.M. De Passillé, T.J. DeVries, E.A. Pajor, D. Pellerin, J.M. Siegford, A. Witaifi, E. Vasseur & J. Rushen. 2016. Cow- and farm-level risk factors for lameness on dairy farms with automated milking systems. *Journal of Dairy Science*, 99: 3732-3743.